

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2017

Dominika Macků



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**PROVÁDĚCÍ DOKUMENTACE ELEKTRO PRO
MATEŘSKOU ŠKOLKU**

ELECTRICAL INSTALLATION PROJECT FOR KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominika Macků

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

BRNO 2017

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Studentka: Dominika Macků

ID: 173690

Ročník: 3

Akademický rok: 2016/17

NÁZEV TÉMATU:

Prováděcí dokumentace elektro pro mateřskou školku

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou silových a datových instalací
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro
3. Osvojení základních dovedností s projekčními programy
4. Zpracování realizačního projektu elektroinstalace pro mateřskou školku (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2017

Termín odevzdání: 5.6.2017

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Práce má tři hlavní části. První část práce seznamuje čtenáře s problematikou silových a datových instalací. To zahrnuje související legislativu, LPS, způsob přivedení elektrické energie do objektu a elektrické rozvody v objektu, včetně jejich provedení a jištění. V druhé části práce jsou definovány zásady pro tvorbu projektové dokumentace elektro. Zejména to jsou požadavky na jejich obsah a úpravu. Důležitým bodem je postup při tvorbě projektu. Poslední část práce je praktická. Jedná se o zpracování kompletního projektu elektroinstalace pro mateřskou školku, jež se skládá z výkresové dokumentace a technické zprávy.

Klíčová slova

Elektroinstalace; elektrické rozvody; jistič; legislativa; LPS; mateřská školka; projektová dokumentace; rozváděč; technická zpráva;

Abstract

The work has three main parts. The first part of the thesis introduces the problems of power and data installations to the reader. This includes related legislations, LPS, the methods of feeding the building by electrical power and the electrical wiring in the building, including their execution and protection. In the second part of the thesis are defined the principles of creation of electro design documentation. Mainly the requirements for their content and editing. An important point is the process of creating a design. The last part is practical. It is the elaboration of a complete wiring design of the kindergarten building, which consists of drawings and technical reports.

Keywords

Electrical installation; electrical wiring; circuit breakers; legislation; LPS; kindergarten; nursery school; design documentation; switchgear; technical report;

Bibliografická citace

MACKŮ, D. *Prováděcí dokumentace elektro pro mateřskou školku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 47 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma *Prováděcí dokumentace elektro pro mateřskou školku* jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, kterým je Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne

Podpis autora

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM TABULEK	9
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	10
1 ÚVOD	11
2 ELEKTROTECHNICKÉ NORMY A LEGISLATIVA.....	12
2.1 ZÁKONY DŮLEŽITÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ.....	12
2.2 VYHLÁŠKY DŮLEŽITÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ	12
2.3 ELEKTROTECHNICKÉ NORMY	12
2.3.1 NEJDŮLEŽITĚJŠÍ NORMY PRO PROJEKTOVÁNÍ.....	12
3 VNĚJŠÍ VLIVY	14
3.1 OZNAČENÍ.....	14
3.2 URČOVÁNÍ PROSTORŮ PODLE PŮSOBNÍ VNĚJŠÍCH VLIVŮ	14
4 OCHRANA PROTI BLESKU A PŘEPĚTÍ	15
4.1 VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	15
4.1.1 JÍMACÍ SOUSTAVA.....	15
4.1.2 SVODY.....	17
4.1.3 UZEMNĚNÍ.....	17
4.2 VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM.....	19
4.2.1 ODDĚLENÍ BEZPEČNOU VZDÁLENOSTÍ VNĚJŠÍHO LPS OD VNITŘNÍHO	19
4.2.2 VYROVNÁNÍ POTENCIÁLŮ V OCHRANĚ PŘED BLESKEM.....	19
4.3 ZÓNY OCHRANY PŘED BLESKEM.....	21
4.4 OCHRANA PŘED PŘEPĚTÍM.....	22
4.4.1 TYPY SPD	22
5 PŘÍVEDENÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE DO OBJEKTU	23
5.1 ELEKTRICKÁ PŘÍPOJKA.....	23
5.1.1 ROZDĚLENÍ ELEKTRICKÝCH PŘÍPOJEK	23
5.1.2 PŘÍPOJKY NÍZKÉHO NAPĚTÍ ZHOTOVENÉ VENKOVNÍM VEDENÍM.....	24
5.1.3 PŘÍPOJKY NÍZKÉHO NAPĚTÍ ZHOTOVENÉ KABELOVÝM VEDENÍM.....	24
5.2 PŘÍPOJKOVÁ SKŘÍŇ.....	24
5.2.1 HLAVNÍ DOMOVNÍ POJISTKOVÁ SKŘÍŇKA	25
5.2.2 HLAVNÍ DOMOVNÍ KABELOVÁ SKŘÍŇ	25
5.2.3 TYPOVÉ ZNAČENÍ KABELOVÝCH ROZVODNÝCH SKŘÍŇÍ	25
5.3 ODBOČKY K ELEKTROMĚŘŮM	26
5.3.1 JIŠTĚNÍ PŘED ELEKTROMĚŘEM.....	27
5.4 ELEKTROMĚŘ.....	27
5.5 PŘÍVODY OD ELEKTROMĚŘŮ K PODRUŽNÝM ROZVODNICÍM	28
5.5.1 ROZVÁDĚČE A ROZVODNICE.....	28
6 ELEKTRICKÉ ROZVODY V OBJEKTU.....	29
6.1. SVĚTELNÉ OBVODY	29
6.1.1 OSVĚTLENÍ SPOLEČNÝCH KOMUNIKACÍ	30

6.2 ZÁSUVKOVÉ OBVODY.....	31
6.2.1 JEDNOFÁZOVÉ ZÁSUVKY	32
6.2.2 TROJFÁZOVÉ ZÁSUVKY	32
6.2.3 ZAPOJENÍ ZÁSUVK	32
6.3 SDĚLOVACÍ OBVODY A ZAŘÍZENÍ.....	34
6.3.1 SDĚLOVACÍ ZÁSUVKY	34
6.3.2 ZVONKOVÁ SIGNALIZACE	34
6.4 BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉMY	34
6.4.1 ELEKTRONICKÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM	34
6.4.2 POŽÁRNÍ SIGNALIZACE	34
7 PROVEDENÍ INSTALACE V OBJEKTU.....	35
7.1 ZAPUŠTĚNÉ ELEKTRICKÉ ROZVODY.....	35
7.1.1 INSTALACE V OMÍTCE	35
7.1.2 INSTALACE POD OMÍTKOU	35
7.1.3 INSTALACE V DUTÝCH STĚNÁCH	36
7.1.4 INSTALACE V BETONU.....	36
7.1.5 INSTALACE VE STROPECH A V PODLAHÁCH.....	36
7.2 POVRCHOVÉ ELEKTRICKÉ ROZVODY	36
7.2.1 INSTALACE V NÁSTĚNNÝCH A STROPNÍCH LIŠTÁCH A KANÁLECH.....	36
7.2.2 INSTALACE V PODLAHOVÝCH LIŠTÁCH A KANÁLECH	37
7.2.3 INSTALACE V TRUBKÁCH.....	37
7.2.4 INSTALACE KABELY	37
7.3 INSTALACE V KOUPELNÁCH	37
7.3.1 ZÓNA 0.....	37
7.3.2 ZÓNA 1.....	37
7.3.3 ZÓNA 2.....	38
7.3.4 ZÓNA 3.....	38
7.3.5 UMÝVACÍ PROSTOR.....	38
7.4 INSTALAČNÍ ZÓNY	38
7.5 VOLBA VODIČŮ A JEJICH JIŠTĚNÍ.....	39
7.6 ELEKTROINSTALAČNÍ KRABICE.....	40
7.6.1 ULOŽENÍ A ROZMĚRY ELEKTROINSTALAČNÍCH KRABIC.....	40
8 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	41
8.1 PÍSEMNÁ ČÁST DOKUMENTACE.....	41
8.1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA	41
8.1.2 ROZPOČET	42
8.2 VÝKRESOVÁ ČÁST DOKUMENTACE.....	42
9 POSTUP PŘI TVORBĚ PROJEKTU.....	43
10 ZÁVĚR.....	44
POUŽITÁ LITERATURA	45
PŘÍLOHY	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 4-1 Ochranný úhel [4]</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 4-2 Závislost délky zemniče na odporu půdy [4]</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 4-3 Zóny ochrany před bleskem [14]</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 5-1 Schéma zapojení jednofázového dvousazbového elektroměru a jednopovelového přijímače HDO [16]</i>	<i>28</i>
<i>Obr. 6-1 Správné zapojení zásuvek ve vícenásobné kombinaci [19]</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 6-2 Chybné zapojení zásuvek ve vícenásobné kombinaci [19]</i>	<i>33</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 4-1 Doporučené rozdělení objektů do tříd LPS. [??]</i>	15
<i>Tab. 4-2 Parametry bleskové koule [4]</i>	16
<i>Tab. 4-3 Velikost oka mříže[4]</i>	17
<i>Tab. 4-4 Vzdálenosti mezi svody [4][11]</i>	17
<i>Tab. 4-5 Hodnota koeficientu k_t [4]</i>	19
<i>Tab. 4-6 Hodnota koeficientu k_c [4]</i>	19
<i>Tab. 4-7 Hodnota koeficientu k_m [4]</i>	19
<i>Tab. 4-8 Min. průřezy vodičů spojujících potenciálové svorkovnice vzájemně nebo s uzemněním [4]</i>	20
<i>Tab. 4-9 Min. průřezy vodičů spojujících potenciálové svorkovnice s vnitřními kovovými instalacemi [4]</i>	20
<i>Tab. 4-10 Stupně ochrany a klasifikace SPD [4]</i>	22
<i>Tab. 5-1 Příklad typového označení přípojkové skříně (upraveno[15])</i>	26
<i>Tab. 5-2 Dimenzování odboček k elektroměrům [5] [7] [8] [11]</i>	26
<i>Tab. 5-3 Minimální rozměry prostoru pro montáž elektroměrů[15]</i>	27
<i>Tab. 6-1 Minimální počet světelných obvodů [5] 12</i>	29
<i>Tab. 6-2 Způsob osvětlení podle druhu budovy [7] 13</i>	30
<i>Tab. 6-3 Minimální počty zásuvkových vývodů [5] 14</i>	31
<i>Tab. 6-4 Základní vybavení místností vývody nad 2 kW [5] 15</i>	32
<i>Tab. 7-1 Průřezy jader vodičů a jejich jištění [7] [17]</i>	39

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

β	Koeficientem soudobosti
A	Ampér
Al	Hliník
Cu	Měď
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
EPS	Elektronická požární signalizace
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise (International Electrotechnical Commission)
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HDS	Hlavní domovní skříň, hlavní domovní rozvod
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
L	Fázový vodič
LPS	Systém ochrany před bleskem (Lighting protect system)
LPZ	Zóna ochrany před bleskem (Lightning Protection Zone)
N	Pracovní vodič (střední vodič, nulový vodič)
NN	Nízké napětí
PE	Ochranný vodič
PEN	Sloučený pracovní a ochranný vodič
PNE	Podnikové normy energetiky
SPD	Systém ochrany před přepětí (Surge Protection Device)
SS	Sazbový spínač
TN-C	Soustava s vodiči PEN + L (2 nebo 4 vodiče)
TN-S	Soustava s vodiči PE + N + L (3 nebo 5 vodičů)
V	Volt
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí
ZVN	Zvlášť vysoké napětí
W	Watt

1 ÚVOD

Práce je zaměřena na elektroinstalaci mateřské školy. Prvním bodem práce bude seznámení s normami a legislativními předpisy, jež ovlivňují a do značné míry určují výsledný vzhled návrhu i způsob realizace projektu. Následně si uvedeme vnější vlivy a seznámíme se s několika základními způsoby ochrany před bleskem a přepětím. Dále se zaměříme na jednotlivá zařízení, která umožní nejen připojení objektu do distribuční sítě, ale také zajistí jeho funkčnost. Posléze si uvedeme bližší informace k elektrickým rozvodům v objektu, jako jsou způsoby jejich provedení a uložení. Volbu vodičů a volbu jejich jištění.

Druhou významnou částí je definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro. Zde jsou blíže popsány požadavky a pravidla vztahující se na tvorbu a provedení jak písemné, tak i výkresové části dokumentace.

Na základě těchto poznatků bude nakonec vypracován projekt elektroinstalace mateřské školky.

2 ELEKTROTECHNICKÉ NORMY A LEGISLATIVA

Jakákoliv projektová dokumentace musí být provedena podle zákonů, vyhlášek a elektrotechnických norem, které se na ni vztahují a jsou platné v době jejího vzniku. Souhrnně můžeme technické normy a právní předpisy nazvat legislativou v energetice a elektrotechnice. [3]

Projektant je povinen legislativu dodržovat a informovat se o případných změnách.

2.1 Zákony důležité pro projektování

- **Zákon č. 360/1992 Sb.** „o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě“
- **Zákon č. 22/1997 Sb.** „o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů“
- **Zákon č. 406/2000 Sb.** „o hospodaření energií“
- **Zákon č. 458/2000 Sb.** „o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o znění některých zákonů (Energetický zákon)“
- **Zákon č. 185/2001 Sb.** „o odpadech a změně některých dalších zákonů“
- **Zákon č. 127/2005 Sb.** „o elektronických komunikacích“
- **Zákon č. 183/2006 Sb.** „stavební zákon“

2.2 Vyhlášky důležité pro projektování

- **Vyhláška Státního úřadu inspekce práce č. 50/1978 Sb.** „o odborné způsobilosti v elektrotechnice“
- **Vyhláška č. 327/2006 Sb.** „přiměřené požadavky na připojení k veřejné telefonní síti“
- **Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 Sb.** „o dokumentaci staveb“
- **Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb.** „o technických požadavcích na stavby“
- **Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 398/2009 Sb.** „o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb“
- **Vyhláška č. 73/2010 Sb.** „o vyhrazených elektrických zařízeních“

2.3 Elektrotechnické normy

Kromě zákonů a vyhlášek se na projektování vztahují i některé normy. U nás jsou nejpoužívanějšími normami ČSN, které vydává a upravuje Úřad pro technickou normalizaci. Mají mnoho účelů. Hlavním je sloužit jako referenční úroveň k úrovni elektroinstalace a jejích prvků. Příkladem dalšího využití je určování kritérií, např. bezpečnosti. [3]

2.3.1 Nejdůležitější normy pro projektování

- **ČSN 33 0120** - Elektrotechnické předpisy - Normalizovaná napětí IEC
- **ČSN 33 1500** - Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
- **ČSN 33 2000-1 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- **ČSN 33 2000-3** – Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik

- **ČSN 33 2000-4-41 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- **ČSN 33 2000-4-42 ed.2** - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 42: Ochrana před účinky tepla
- **ČSN 33 2000-4-43 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy
- **ČSN 33 2000-4-47** - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti - Oddíl 470: Všeobecně - Oddíl 471: Opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem
- **ČSN 33 2000-4-473** - Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům
- **ČSN 33 2000-4-481** - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů - Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů
- **ČSN 33 2000-4-482** - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů - Oddíl 482: Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím
- **ČSN 33 2000-5-51 ed.3** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy
- **ČSN 33 2000-5-523 ed.2** - Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech
- **ČSN 33 2000-5-54 ed.3** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování
- **ČSN 33 2000-5-56 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-56: Výběr a stavba elektrických zařízení - Zařízení pro bezpečnostní účely
- **ČSN 33 2000-7-701 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou
- **ČSN 33 2030** - Elektrostatika - Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny
- **ČSN 33 2130 ed.2** - Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody
- **ČSN 33 3051** - Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení
- **ČSN 33 3210** - Elektrotechnické předpisy. Rozvodná zařízení. Společná ustanovení
- **ČSN 73 0802** - Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty
- **ČSN EN 12464-1** - Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory
- **ČSN EN 60059** - Normalizované hodnoty proudů IEC
- **ČSN EN 60529** - Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)
- **ČSN EN 60664-1 ed.2** - Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky
- **ČSN EN 62305** - Ochrana před bleskem
- **ČSN IEC 1200-52** - Pokyn pro elektrické instalace - Část 52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Výběr soustav a způsoby kladení vedení
- **IEC 60617DB** - Grafické značky používané na schématech a výkresech v elektrotechnice

3 VNĚJŠÍ VLIVY

Okolí vždy působí na zařízení, které je v něm umístěno, a stejně tak působí zařízení na své okolí. Toto vzájemné působení je označováno jako vnější vlivy. [1],[3]

Vnější vlivy určíme, aby bylo možné vybrat zařízení, jehož provoz bude v daném prostředí bezpečný za všech podmínek, které zde mohou nastat. Tyto informace jsou zpracovány do „protokolu o určení vnějších vlivů“. Protokol není nutné vypracovávat v případě, že se jedná o jednoznačné vnější vlivy u objektů či prostorů, které jsou určeny v ČSN 33 2000-5-51 ed.3 V případě obměny používaných zařízení je nutné provést nové určení vnějších vlivů. [2],[3]

3.1 Označení

Označení je provedeno třemi znaky a to tak, že každý stupeň vnějšího vlivu je kódován dvěma písmeny velké abecedy a číslicí. [1],[3]

Prvé písmeno označuje všeobecnou kategorii vnějšího vlivu: [1],[3]

- A = vnější činitel prostředí (dále jen prostředí)
- B = využití
- C = konstrukce budovy

Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu. Možné povahy vnějšího vlivu záleží na zvolené kategorii vnějšího vlivu (např. AA - teplota okolí, BA - schopnost osob). [1],[3]

Číslice označuje třídu každého vnějšího vlivu. [1],[3]

Příklad označení: [3]

A – prostředí

AD – prostředí: výskyt vody

AD6 – prostředí: výskyt vody – vlny.

3.2 Určování prostorů podle působení vnějších vlivů

Při provozu elektrického zařízení jsou určovány vnější vlivy, aby bylo možné posoudit nebezpečí elektrického úrazu (elektrickým proudem, elektrickým či elektromagnetickým polem). Prostory se člení na: [3]

- normální
- nebezpečné
- zvlášť nebezpečné

Prostory nebezpečné jsou takové, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stále nebezpečí elektrického úrazu. [3]

Prostory zvlášť nebezpečné jsou takové, ve kterých působením zvláštních okolností, vnějších vlivů (případně i jejich kombinací) dochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** [3]

4 OCHRANA PROTI BLESKU A PŘEPĚTÍ

Blesk je atmosférický výboj, který je provázen mnoha primárními a sekundárními jevy, které mají velký vliv na místo a okolí zásahu. Za nejvýznamnějšími primárními jevy jsou považovány teplo, dynamické působení a elektromechanické působení. Významným sekundárním jevem je indukce nábojů, která vyvolá přepětí a vznik přeskoků na jiskřištích. [3]

Ochrana před bleskem, nebo-li LPS, sestává jak z vnějšího, tak z vnitřního systému ochrany před bleskem. Účelem ochrany je chránit osoby, zvířata a majetek. [3]

Při navrhování systémů ochrany proti blesku se zohledňuje ČSN EN 62305, která poskytuje rozdělení objektů do jednotlivých tříd LPS v závislosti na jejich potřebě ochrany proti blesku. [3]

Tab. 4-1 Doporučené rozdělení objektů do tříd LPS [22]

Třída LPS	Druh objektu
I	elektrárny, jaderné elektrárny, vodárny, energetické zdroje, nemocnice, banky, řídicí věže letiště, provozovny s chemickou výrobou, výpočetní centra, automobilky
II	školy, rodinné domy s nadstandardní výbavou, výškové stavby, akvaparky, muzea, katedrály, supermarkety, speciální sklady, operační a provozní pracoviště hasičů a policie
III	rodinné domy, obytné budovy, administrativní budovy, zemědělské stavby
IV	budovy stojící v ochranném prostoru jiných objektů (bez vlastního hromosvodu), obyčejné sklady apod.

4.1 Vnější ochrana před bleskem

Vnější ochranu před bleskem obecně označujeme jako hromosvod. Ten je složen ze tří základních částí: jímací soustavy, svodu a uzemnění.

Vnější ochrana před bleskem neslouží k odsávání energie ani nemá zabraňovat zásahu bleskem, naopak slouží k zachycení atmosférického výboje mířícího na objekt a jeho rychlému svedení do země tak, aby nedošlo k poškození objektu. [1]

Podle umístění se hromosvody rozlišují na: [1]

- umístěné na chráněných objektech
- umístěné mimo chráněný objekt

4.1.1 Jímací soustava

Úkolem jímací soustavy je vždy zachytit blesk. Musí tedy být uspořádána tak, aby od ní žádný bod střechy nebyl dál než 10 m, a dostatečně dimenzována, aby na ní zachycení blesku nezanichalo následky. Jako součást jímacího zařízení se považuje svod, který je veden po povrchu střechy. [3],[4],

Jímací soustava může být tvořena například jímacími tyčemi, mřížovou sítí nebo závěsnými lany. V případě potřeby se používá více typů jímacích zařízení najednou. [3],[11]

Návrh jímací soustavy, jak udává ČSN EN 62305, musí být realizován jednou z následujících metod: [3]

- metoda valící se koule
- metoda ochranného úhlu
- metoda mřížové soustavy

4.1.1.1 Metoda valící se koule

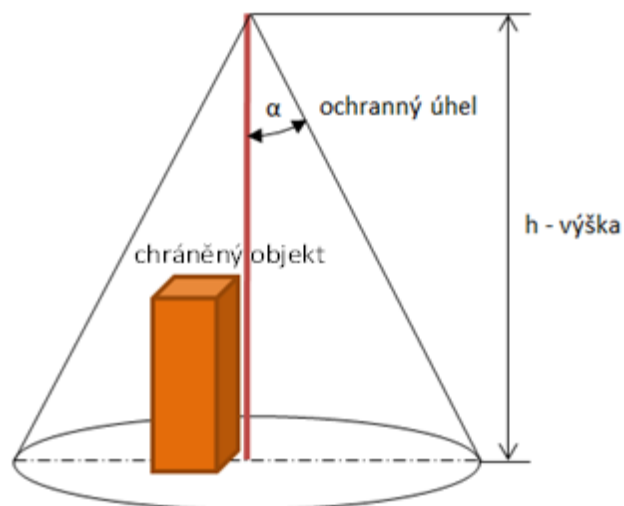
Metoda valící se koule je založena na zjednodušeném vývoji dráhy blesku, kdy dojde k vytvoření kulové plochy se středem v čele blesku. Tuto imaginární bleskovou kouli valíme přes objekt a místa, kam se nedostane, označujeme jako ochranný prostor. Naopak, pokud dochází v nějakém místě ke styku s obvodem stavby nebo jímači, je zde potřeba předpokládat ohrožení bleskem. Tato metoda je určena hlavně pro složitější objekty v husté zástavbě. Poloměr bleskové koule je určen podle třídy LPS. [4],[12]

Tab. 4-2 Parametry bleskové koule [4]

Třída LPS (úroveň ochrany)	Poloměr koule r [m]
I	20
II	30
III	45
IV	60

4.1.1.2 Metoda ochranného úhlu

Metoda ochranného úhlu je používána pouze u jednoduchých staveb. Ochranné úhly jsou odvozeny od zařazení objektu do třídy LPS a výšky vrcholu jeho jímacího zařízení. Při výšce objektu (včetně jímačů) do tří metrů je ochranný úhel konstantní v rozmezí 70° až 80° v závislosti na třídě LPS. U vyšších budov se ochranný úhel zmenšuje se vzrůstající výškou objektu. [4]



Obr. 4-1 Ochranný úhel [4]

Ochranný prostor získaný touto metodou je větší, než v případě metody valící se koule, z toho lze vyvodit, že návrh ochranného systému metodou ochranného úhlu je méně přesný. [4]

4.1.1.3 Metoda mřížové soustavy

Mřížová soustava se primárně používá pro ochranu rovinných ploch. V případě rovných střech s vyvýšenými místy (anténa, klimatizační jednotky, apod.) se doplňuje pomocnými vertikálními jímači. [4]

Mřížová jímací soustava je realizována jako mříž vodivých vedení s propojeními v místech, kde se kříží. Velikost vytvářených ok mříže je dána podle třídy LPS[6]. [4]

Tab. 4-3 Velikost oka mříže [4]

třída LPS (úroveň ochrany)	velikost oka mříže [m]
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

4.1.2 Svody

Svody jsou vodivým spojem mezi jímací a uzemňovací soustavou. Preferuje se provedení rovné bez zbytečných oblouků, přičemž je svod umístěn co nejdál od dveří, oken a kovových objektů, které nejsou spojeny s vnějším LPS. [3]

Základními požadavky při projektování a realizaci svodů je mít několik, co nejkratších, paralelních vodivých cest mezi jímacím zařízením a zemniči. Svody by měli být rovnoměrně rozmístěny po obvodu stavby, ale neprocházet balkóny, šachtami uvnitř chráněného objektu a místy se zvýšeným nebezpečím koroze (okapy apod.). Množství potřebných svodů se určuje z půdorysných rozměrů objektu, jeho výšky a tvaru střechy. [1],[4]

Tab. 4-4 Vzdálenosti mezi svody [4],[11]

třída LPS (úroveň ochrany)	odstup svodů [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

4.1.3 Uzemnění

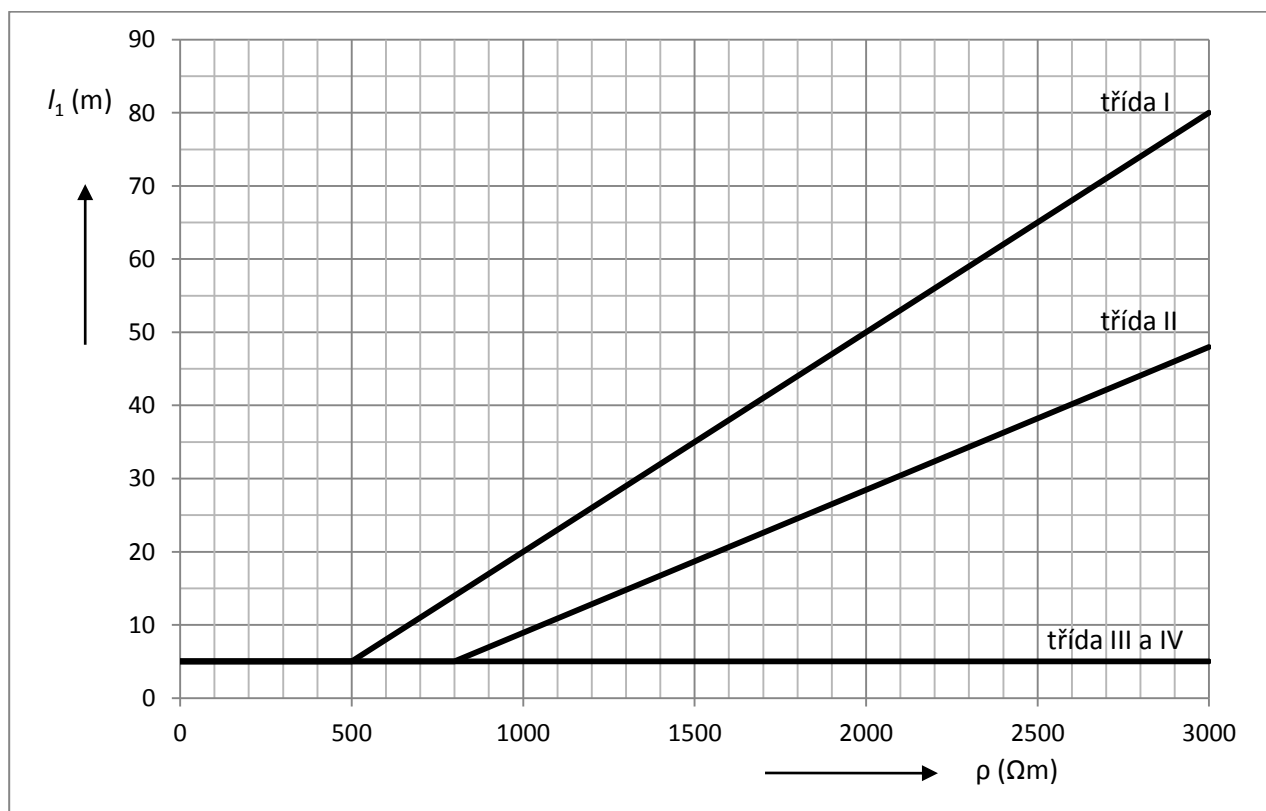
Důležitost uzemňovací soustavy spočívá v tom, že odvádí proud atmosférického výboje pod povrch a zde zajišťuje jeho rovnoměrné a bezpečné rozptýlení do povrchových vrstev země. Správná funkce uzemnění je ovlivňována především jeho rozměry, tvarem a uspořádáním zemničů a spojovacích prvků. [3],[4]

Uspořádání a parametry zemničů a spojovacích prvků se volí podle přípustného napětí na uzemňovací soustavě, přípustném krokovém a dotykovém napětí, korozní odolnosti, mechanické pevnosti, proudové zatížitelnosti a požadovaném zemním odporu. [3],[4]

Velikost zemního odporu by měla být co nejmenší a za normálních podmínek by u jednoho svodu neměla překročit velikost 15 Ω . Avšak podle mezinárodní a evropské normy je za vhodný celkový odpor uzemňovací soustavy považován odpor menší jak 10. [3],[4]

Zemniče se dělí do dvou základních skupin, označovaných písmeny A a B. Většina zemničů se ukládá 1 m od základu stavby, výjimkou je např. základový zemnič, který se ukládá do betonových základů chráněných objektů. [4]

V případě uspořádání typu A se uzemňovací soustava skládá z vodorovného nebo svislého zemniče, který je instalován vně chráněné stavby a je spojen s každým svodem. Vodorovné zemniče mohou být složeny z páskových vodičů, zatímco svislé hloubkové zemniče ze zatlučených tyčí a trubek. Délka zemničů se odvozuje od třídy ochrany a rezistivity půdy, viz. obr.4-2. [4],[11]



Obr. 4-2 Závislost délky zemniče na odporu půdy [4]

V případě uspořádání typu B je uzemňovací soustava ze základových nebo kruhových povrchových zemničů. Základový zemnič je ukládán do betonových základů chráněného objektu buď jako obvod v základu, nebo jako mříž s oky pod celým základem. Kruhový povrchový zemnič je často tvořen jako uzavřený prstenec uložen v hloubce 0,5 m a ve vzdálenosti alespoň 1 m od chráněného objektu, přičemž minimálně 80 % své celkové délky musí mít v kontaktu se zemí. [4],[11]

4.2 Vnitřní ochrana před bleskem

Účelem vnitřního LPS je zamezit vzniku nebezpečných rozdílů potenciálů uvnitř objektu. Klasickým projevem velkých rozdílů potenciálů je jiskření, tomu je možné zabránit dvěma způsoby[6]: [4]

- Oddělení bezpečnou vzdáleností vnějšího LPS od vnitřního
- Vyrovnání potenciálů v ochraně před bleskem

4.2.1 Oddělení bezpečnou vzdáleností vnějšího LPS od vnitřního

Oddělení bezpečnou vzdáleností znamená, že odstup mezi zařízením vnějšího LPS a vodivými částmi objektu je dostatečně velký, aby předešel vzniku elektrického oblouku v případě úderu blesku do jímací soustavy. [4]

Výpočet potřebné oddělovací vzdálenosti je shodný pro mezinárodní i četné evropské normy. Používaný vzorec: [4]

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} L \text{ [m]}$$

kde je s (m) je bezpečná oddělovací vzdálenost, k_i je koeficient zařazení objektu do třídy LPS, k_c koeficient provedení vnějšího LPS, k_m koeficient oddělovacího materiálu a L (m) svislá vzdálenost mezi místem stanovení oddělovací vzdálenosti s a nejbližším místem vyrovnání potenciálů v LPS. [4]

Tab. 4-5 Hodnota koeficientu k_i [4]

Třída ochrany	Činitel k_i
I	0,1
II	0,075
III a IV	0,05

Tab. 4-6 Hodnota koeficientu k_c [4]

Počet svodů n	Činitel k_c
1	1
2	0,5 až 1
4 a více	1/n až 0,5

Tab. 4-7 Hodnota koeficientu k_m [4]

Materiál izolace	Činitel k_m
vzduch	1
beton, cihly	0,5

4.2.2 Vyrovnání potenciálů v ochraně před bleskem

Vyrovnání potenciálů v LPS se dosáhne propojením vnějšího LPS se všemi vnějšími vodivými částmi, instalacemi z kovu, kovovými konstrukcemi objektu, zařízeními připojenými k silovému rozvodu a zařízeními informační techniky. [4]

Propojení můžeme dosáhnout několika způsoby[6]: [4]

- vodiči vyrovnání potenciálů
- zařízeními ochrany před přepětí, tzv. SPD, neboli svodiči

Upřednostňuje se používání vodičů kvůli schopnosti zajistit přirozenější a dostatečně elektricky vodivé propojení všech požadovaných částí. Průřez vodičů je volen s ohledem na použitý materiál a velikost procházejícího bleskového proudu. Minimální průřez vodiče, kterým může procházet celý bleskový proud nebo jeho podstatná část (více jak 25 % jeho celkové velikosti), je dáno v tabulce 4-8. V ostatních částech, lze použít redukované průřezy z tabulky 4-9. [4]

Tab. 4-8 Min. průřezy vodičů spojujících potenciálové svorkovnice vzájemně nebo s uzemněním[4]

Materiál vodiče	Průřez vodiče [mm²]
měď	16
hliník	25
ocel	50

Tab. 4-9 Min. průřezy vodičů spojujících potenciálové svorkovnice s vnitřními kovovými instalacemi [4]

Materiál vodiče	Průřez vodiče [mm²]
měď	6
hliník	10
ocel	16

SPD se využívá k vyrovnání potenciálů zejména u pracovních vodičů silového napájení a signálových vodičů slaboproudých rozvodů. [4]

Vyrovnání potenciálů je potřeba umístit co nejblíže vnějšího obvod chráněného objektu. Na přípojnicí soustavy vyrovnání potenciálů jsou připojeny všechny do stavby vstupující kovové instalace, trubní rozvody, stínění kabelů a kovové kanály[6]. [4]

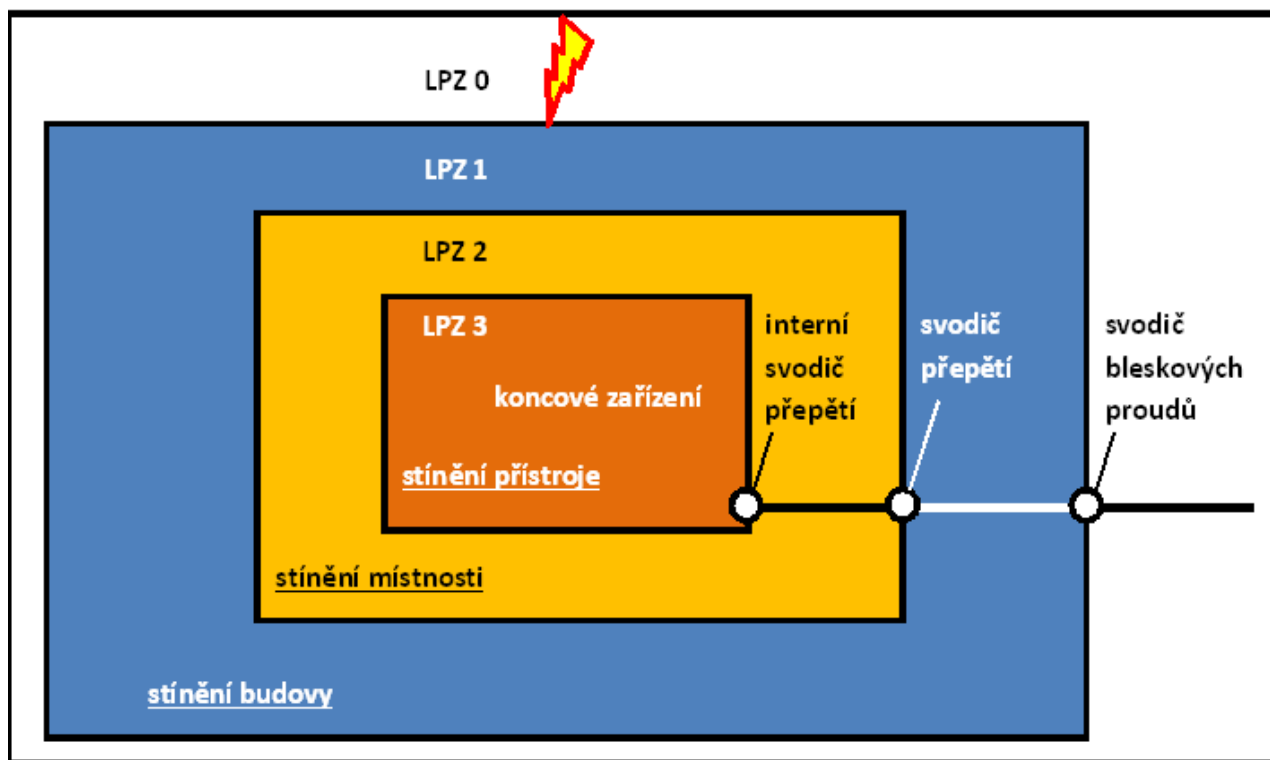
U plynového potrubí je vyrovnání potenciálů vůči vnějšímu LPS realizováno univerzálním oddělovacím jiskřištěm. [4]

4.3 Zóny ochrany před bleskem

Uvnitř chráněného objektu vznikají oblasti s rozdílnou úrovní potlačení elektromagnetických účinků blesku. Tyto oblasti jsou nazývány zónami ochrany před bleskem nebo zkratkou LPZ. [4]

Zóny ochrany před bleskem: [4],[14]

- Vnější:
 - **LPZ 0_A** je zóna bez ochrany. Může zde docházet k přímému úderu blesku a elektromagnetické pole je plně účinné.
 - **LPZ 0_B** je zóna s ochrannou před přímými údery blesku. Zóna je tvořena ochranným prostorem jímací soustavy. Elektromagnetické pole je plně účinné.
 - **LPZ 0_C** je zóna 3x3 m v blízkosti země s ochrannou před přímými údery blesku a plně účinným elektromagnetickým polem. Při úderu blesku do vnějšího LPS zde hrozí nebezpečí výskytu dotkových a krokových napětí.
- Vnitřní - chráněny před přímými údery blesku:
 - **LPZ 1** je zóna s možným výskytem dílčích bleskových proudů vedených například skrz vedení vyrovnání potenciálů. Elektromagnetické pole je tlumeno stíněním budovy.
 - **LPZ 2** je zóna, která se nepotýká s dílčími bleskovými proudy. Elektromagnetické pole je tlumeno druhým stíněním, stíněním místností.
 - **LPZ 3 a další zóny** zajišťují další omezení bleskových proudů a elektromagnetických polí. Jsou používána pro zvláště citlivá zařízení.



Obr. 4-3 Zóny ochrany před bleskem [14] [13]

4.4 Ochrana před přepětím

Při úderu blesku do vedení dochází k šíření přepětíové vlny oběma směry. Vlna je charakterizována amplitudou. Když amplituda svorkového napětí nepřipustně naroste, dojde k aktivaci zařízení ochrany před přepětím, zkráceně SPD. [1],[4]

4.4.1 Typy SPD

ČSN EN 61643-21 uvádí požadavky na SPD ve slaboproudých rozvodech a definuje ochranné kategorie. K ochraně slaboproudých vedení je užíváno pouze dvou ochranných stupňů: základní (hrubá) ochrana a jemná ochrana. Do základní ochrany spadají přepětíové prvky, jako jsou například jiskřiště nebo výkonové bleskojistky. Na jemnou ochranu jsou využívány varistory a součástky s polovodičovými přechody. [4]

SPD typu 1 (B) je svodič bleskového proudu. Používanými prvky jsou hlavně jiskřiště. SPD typu 1 se uplatňuje na rozhraní LPZ 0 a LPZ 1 a je montován do přípojkové skříně nebo hlavního rozváděče. [2],[4]

SPD typu 2 (C) je svodič přepětí (až 4kV) pro pevné rozvody a instalace. Používanými prvky jsou varistory. SPD typu 2 se využívá především na rozhraní LPZ 1 a LPZ 2 a instaluje se do podružných nebo technologických rozváděčů. [2],[4]

SPD typu 3 (D) je svodičem přepětí (až 2,5kV) pro koncová zařízení. Používanými prvky jsou varistory. SPD typu 3 se instaluje na rozhraní LPZ 2 a LPZ 3. Je umístěn v zásuvkových vývodech a napájecích přívodech chráněných technologických celků. [2],[4]

Pro správnou funkci všech SPD použitých v objektu je nutné mezi nimi dodržet minimální délky vedení nebo mít dostatečné omezovací impedance. Omezovací impedance můžeme zajistit tlumivkami. [2],[4]

Tab. 4-10 Stupně ochrany a klasifikace SPD [4]

Stupeň ochrany	Rozhraní	Třída ochrany SPD	Třída požadavků SPD	Umístění SPD
1	LPZ 0 a LPZ 1	I	B	Do přípojkové skříně nebo hlavního rozváděče
2	LPZ 1 a LPZ 2	II	C	Do podružných nebo technologických rozváděčů
3	LPZ 2 a LPZ 3	III	D	Zásuvkové vývody, napájecí přívody chráněných technologických celků

5 PŘÍVEDENÍ ELEKTRICKÉ ENERGIE DO OBJEKTU

Každý objekt je potřeba zásobovat elektrickou energií. Zároveň je nutné dbát na to, aby odběratel nezhoršoval kvalitu elektřiny. [5]

Podle druhu provozu musí elektrický rozvod splňovat požadavky na: [1]

- bezpečnost osob,
- provozní spolehlivost,
- přehlednost rozvodu,
- snadnou přizpůsobivost rozvodu,
- hospodárnost rozvodu,
- hospodárné použití typizovaných jednotek,
- vzhled,
- zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí.

V této kapitole popíšeme jakým způsobem a kterými zařízeními je možné docílit vyhovujícího připojení k veřejné elektrorozvodné síti a současně kvalitního rozvodu elektřiny po objektu[6]. [5]

5.1 Elektrická přípojka

Zásobení objektu elektřinou je docíleno zřízením elektrické přípojky od veřejné elektrorozvodné sítě k objektu, tedy od distributora k odběrateli. Zřízení probíhá podle zákona č. 458/2000 Sb.. [5]

Odbočením od rozvodného zařízení distributora vzniká začátek elektrické přípojky. V elektrické stanici se realizuje odbočení z přípojníc nebo od spínacích prvků. Dalším možným místem začátku přípojky jsou odbočení z kabelového nebo venkovního vedení. Upevňovací prvky (svorky apod.) jsou součástí přípojky. [2],[5]

Vodiče hlavního vedení a přídatné opěrné body u venkovního vedení jsou zařízeními distributora. Stejně je tomu s kabely u kabelového vedení. [2],[5]

Odběratel, který si přípojku zřídil, financuje její vybudování. Spadá do jeho vlastnictví a odběratel se stává odpovědným za její provoz, údržbu a opravy. [5]

Elektrická přípojka je běžně ukončena v přípojkové skříni. [2],[5]

Elektrické přípojky jsou navrhovány tak, aby nedocházelo k mechanickému poškození přípojky a objektu. Pro jeden objekt je zpravidla zřizována jen jedna přípojka. V případě více přípojek na jeden objekt je nutné zaznačit tuto skutečnost na všech přípojkových skříních objektu.**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** [2],[17]

5.1.1 Rozdělení elektrických přípojek

Přípojky dělíme podle dvou základních hledisek: [2],[8]

- způsobu zhotovení:
 - přípojky zhotovené venkovním vedením
 - přípojky zhotovené kabelovým vedením
 - přípojky zhotovené kombinací obou způsobů (část přípojky venkovním vedením a část kabelovým vedením)

- velikost napětí:
 - přípojky nízkého napětí (nn)
 - přípojky vysokého napětí (vn)
 - přípojky velmi vysokého napětí (vvn)
 - přípojky zvlášť vysokého napětí (zvn)

Přípojky nízkého napětí končí v přípojkové skříní, mezi které patří jak hlavní domovní pojistková skříňka, tak hlavní domovní kabelová skříň. [2]

5.1.2 Přípojky nízkého napětí zhotovené venkovním vedením

Přípojka může být realizována buď AlFe lanem o minimálním průřezu 16 mm^2 , nebo závěsným kabelem Al o minimálním průřezu 10 mm^2 . [2]

Je snaha o co nejkratší část přípojky mezi posledním podpěrným bodem přípojky a přípojkovou skříní. Na jeden objekt je zřizována jedna přípojka. [2]

5.1.3 Přípojky nízkého napětí zhotovené kabelovým vedením

V případě přípojky nízkého napětí provedené kabelem se pro každý objekt zpravidla zřizuje jen jedna přípojka. Tu tvoří přípojková skříň pouze v případě, že je objekt připojen zasmyčkováním kabelu rozvodu distributora elektrické energie. [2],[17]

Odbočení od kabelového vedení veřejného rozvodu lze provést dvěma způsoby: [2],[5]

- Prvním je odbočením v rozpínací skříní kabelového vedení z jedné samostatné sady pojistek. Hliníkové kabely elektrických přípojek mají stanovený minimální průřez $4 \times 16 \text{ mm}^2$.
- Druhým je odbočením z kabelového vedení pomocí T spojky. Hliníkové kabely elektrických přípojek mají stanovený minimální průřez $4 \times 25 \text{ mm}^2$.

5.2 Přípojková skříň

Přípojková skříň je místem připojení odběratelova elektrického zařízení k rozvodné síti distributora. Vzhledem k možnosti oprav, požáru, zatopení apod. musí přípojková skříň obsahovat jistící prvky, které umožní mechanické odpojení celého objektu od distribuční sítě. Dalším úkolem použitého jištění je lokalizovat případné poruchy v odběrném zařízení. Jistícími prvky jsou běžně pojistky, proto se občas používá název pojistková skříň. [2],[5],[8]

Přípojková skříň může být umístěna na odběratelově nemovitosti v oplocení, v obvodovém zdivu objektu nebo v jiném vhodném a snadno přístupném místě. Bez ohledu na umístění je nutné ji označit vymezenou bezpečnostní značkou „bleskem“. [2],[5]

Na umístění přípojkové skříně je kladeno několika požadavků. Nesmí stát v trase evakuační cesty. Musí být přístupná i v době nepřítomnosti odběratele. Spodní okraj přípojkové skříně musí být minimálně $0,6 \text{ m}$ nad konečnou úpravou terénu před skříní a $0,8 \text{ m}$ před skříní musí být volný prostor. [2],[5]

Podle provedení přípojky dělíme přípojkové skříně na: [2]

- Hlavní domovní pojistková skříňka
- Hlavní domovní kabelová skříň

5.2.1 Hlavní domovní pojistková skříňka

O hlavní domovní pojistkové skřínce se mluví v případě, že je přípojka provedena venkovním vedením, tzn. holými vodiči, izolovanými vodiči nebo závěsným kabelem. [2],[8]

Tato přípojková skříň musí být uzpůsobena k zaplombování nebo opatřena závěrem na klíč pro rozvodná zařízení. Zpravidla se umísťuje na objektu nebo jeho hranici, tak aby k ní byl možný přístup v nepřítomnosti odběratele. [2],[8]

Pro správnou funkci musí přípojková skříň obsahovat jištění, které je minimálně o jeden stupeň vyšší, než jištění před elektroměrem. K jištění jsou používány pojistky (nožové, závitové, apod.). [2],[8]

5.2.2 Hlavní domovní kabelová skříň

O tuto přípojkovou skříň se jedná v případě, že je přípojka provedena kabelovým vedením. Tato přípojková skříň musí být opatřena závěrem na klíč pro rozvodná zařízení. Zpravidla se umísťuje na objektu v oplocení, obvodovém zdivu nebo jiném přístupném místě, tak aby k ní byl možný přístup v nepřítomnosti odběratele. [2],[8]

5.2.3 Typové značení kabelových rozvodných skříní

Pro jednotné typové označení kabelových rozvodných skříní používaných v distribuční soustavě a elektrických přípojkách bylo zavedeno druhé vydání PNE 35 7040. [15]

K typovému označení je použito nanejvýš devíti skupin znaků a dělicí znak. Skupiny znaků jsou kódovány písmeny a číslicemi.

Devět skupin znaků: [15]

1. Druh rozváděče nn
2. Určení kabelové rozvodné skříně
3. Počet jisticích sad
4. Použitý pojistkový spodek pro tavné vložky jisticí sady
5. Materiálové provedení
6. Konstrukční provedení pro umístění kabelové rozvodné skříně
7. Způsob připojení vodičů (kabelů)
8. Uzavírání dveří kabelové rozvodné skříně
9. Variabilní znak pro kódování alternativy A, B nebo C
 - A Počet nejištěných přívodů v rozpojovací jisticí skříní
 - B Způsob připojení vodičů vývodů u přípojkových skříní a rozpojovacích jisticích skříní pro venkovní vedení – písemný kód podle znaku č. 7
 - C Počet neosazených jisticích sad – volných modulů v rozpojovací jisticí skříní, podle znaku č. 2

Tab. 5-1 Příklad typového označení přípojkové skříň (upraveno[15])

Znak	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kód	S	P	1	00	P	V	P	1	P

Typové označení SP 1 00/P V P 1 P označuje kabelovou rozvodnou skříň přípojkovou pro připojení vodičů do průřezu 50 mm² vybavená jednou jisticí sadou nožových pojistkových spodků velikosti 00. Jedná se o celoplastovou skříň z termoplastu, konstrukčně provedená pro osazení do výklenku ve stěně, pro přímé připojení plného vodiče do konstrukční svorky, uzavíratelná na jednoduchý závěr rozvodných zařízení pro odvětví energetiky. Připojení vodičů vývodu je provedeno přímým připojením plného vodiče do konstrukční svorky. [15]

5.3 Odbočky k elektroměrům

Z přípojkové skříň (od hlavního domovního vedení) odbočuje vedení, které připojuje elektroměry a elektroměrové rozvodnice. Toto vedení je odbočka k elektroměru. Odbočky k elektroměrům se realizují jako jednofázové nebo trojfázové. Průřezy použitých vodičů se volí v závislosti na stupni elektrizace a materiálu jádra vodičů, které najdeme v tabulce 5-1. [5],[7],[8]

Tab. 5-2 Dimenzování odboček k elektroměrům [5],[11]

Stupeň elektrizace	A		B	
Maximální soudobý příkon [kW]	7		11	
Odbočka k elektroměru a přívodní vedení	Průřez jader vodičů [mm ²]			
	Al	Cu	Al	Cu
Trojfázová odbočka	10	6	16	10

- Stupeň elektrizace A: běžné vybavení bytu elektrickými spotřebiči. [8]
- Stupeň elektrizace B: stejný jako A, avšak s elektrickou přípravou pokrmů. [8]

Provedení odboček k elektroměrům je ovlivněno velikostí maximálního soudobého příkonu zařízení. U zařízení do maximálního soudobého příkonu 5,5 kW je možné použít jednofázové odbočky k elektroměrům. V jednofázových odbočkách by měli být jednotlivé fáze stejnoměrně zatěžovány a barevně označeny pro snadné rozlišení. Pro hodnoty maximálního soudobého příkonu vyšší než 5,5 kW je potřeba mít odbočky k elektroměrům trojfázové se všemi vodiči proudové soustavy. [7],[8]

Jištění odboček k elektroměrům musí být u hlavního domovního vedení ve stejném patře jako elektroměr. Výjimkou jsou odbočky kratší než 3 m, které lze jistit před elektroměrem namontovaným na elektroměrové rozvodnici, v případě, že jsou uloženy nehořlavě. [7],[8]

Preferují se odbočky k elektroměrům z celistvých vodičů, bez ohybů a bez krabic. Pokud se bez nich krabic nelze obejít, pak se musí upravit tak, aby bylo možné je zaplombovat jednou plombou. Není dovoleno je zakrýt omítkou. [7],[8]

5.3.1 Jištění před elektroměrem

Jištění před elektroměrem jistí nejen elektroměr, ale celý rozvod v objektu. K jištění se používají jističe s charakteristikou B. Ty, při přetížení trvajícím 1 h, nesmí vypnout proud rovný nejvýše 1,13násobku jmenovitého proudu, ale musí vypnout proud rovnající se 1,45násobku jmenovitého proudu. V případě stupně elektrizace B se používá trojfázový jistič s minimální hodnotou 25A (minimální hodnota pro rodinný dům). [5],[7],[8]

Základními funkcemi jističe před elektroměrem je: [7],[8]

- jištění odbočky k elektroměru,
- omezování maximálního soudobého příkonu,
- sloužit jako určující prvek pro stanovení stálé platby za dodávku elektřiny logicky vycházející z velikosti rezervovaného příkonu (náhrada za dřívější „platby za odběrné místo“)

5.4 Elektroměr

Elektroměr je zařízení, které udává spotřebu energie. Dříve byl instalován uvnitř domů. Dnes je požadováno, aby byl přístupný i za nepřítomnosti odběratele, proto je většinou umístován poblíž přípojkové skříně. Avšak, nesmí se montovat do společných skříní s plynoměry. [7],[13]

Elektroměrové rozvodnice a rozváděče mohou obsahovat pouze elektroměry, sazbové spínače a případně přijímač HDO (např. tarifové elektroměry), jistič před elektroměrem, jistící zařízení sazbového spínače, ovládací stykače a relé, ochranné (nulové) svorkovnice a případně další příslušenství pro účely měření. Přístroje pro rozvod za elektroměrem jsou soustředěny na rozváděči nebo rozvodnici. [7]

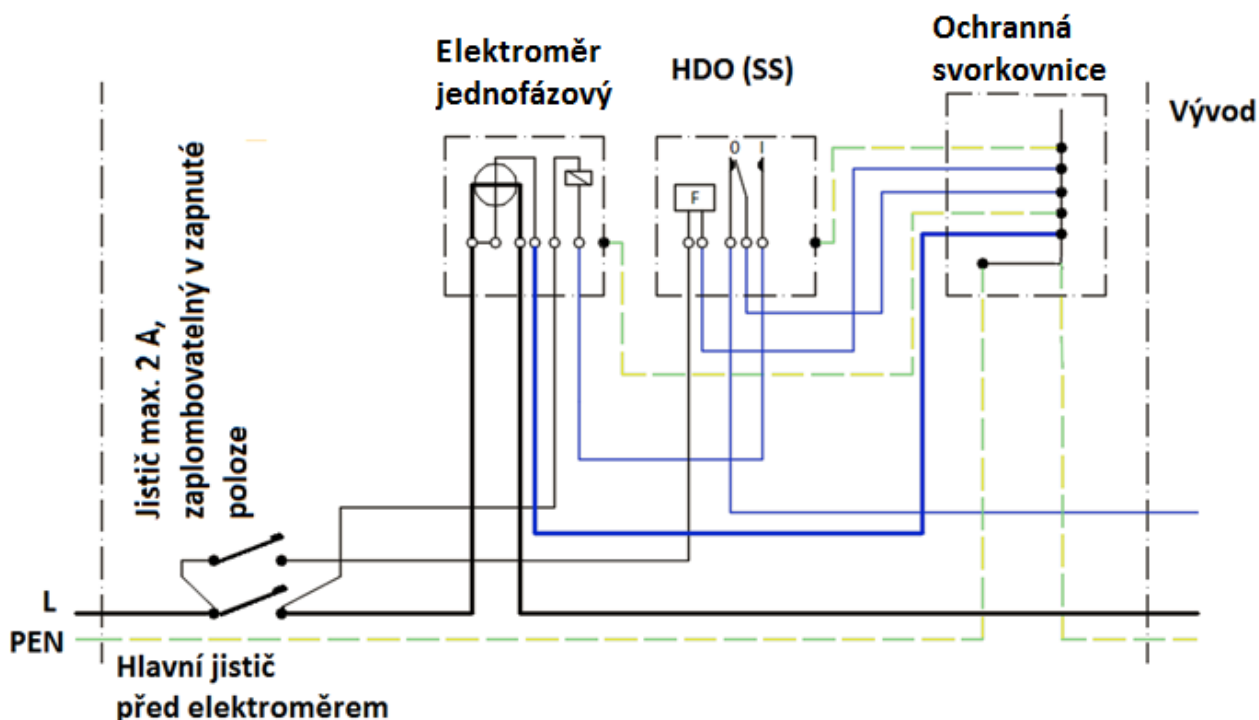
Některé přístroje v elektroměrových rozváděčích a rozvodnicích musí být buď pod zaplombovaným krytem, nebo upraveny k zaplombování. Jmenovitě se jedná o tyto přístroje: [7]

- Jistič před elektroměrem
- Sazbové spínače nebo přijímače HDO, svorkovnice elektroměrů
- Svorkovnice PEN
- Ovládací relé při skupinovém ovládní akumulárních spotřebičů a kryt v skříňkovém rozváděči nebo rozvodnici oddělující živé neměřené části rozvodu od prostoru pro elektroměry

Tab. 5-3 Minimální rozměry prostoru pro montáž elektroměrů [15]

Přístroj	Rozměry [mm]		
	šířka	výška	hloubka
Elektroměr jednofázový (i vícetarifní)	180	300	160
Elektroměr třífázový do 60 A (i vícetarifní)	200	400	160
Sazbový spínač, přijímač HDO	200	300	160

Při osazení elektroměrového rozváděče jedním přístrojem je nutné šířku a výšku uvedené v tabulce zvětšit o 50 mm. [15]



Obr. 5-1 Schéma zapojení jednofázového dvousazbového elektroměru a jednopovelového přijímače HDO [16]

5.5 Přívody od elektroměrů k podružným rozvodnicím

Přívody od elektroměrů k rozváděči (podružným rozvodnicím) se dělí na jednotlivé obvody. Obvody mohou být buď jednofázové, nebo třífázové, a vztahují se na ně stejné požadavky jako na odbočky k elektroměrům. [2]

5.5.1 Rozváděče a rozvodnice

Rozváděče a rozvodnice jsou elektrická zařízení. Jejich účelem je rozdělení přívodního vedení do několika obvodů, přičemž přívodní vedení je dimenzováno na vyšší zatížení, než vývody z rozváděčů. Přívod je osazen hlavním vypínačem, zatímco vývody jsou chráněny jističi proti zkratům a nadproudům. [5]

V rozváděčích a rozvodnicích jsou i další přístroje. Přístroje potřebné pro kvalitu a bezpečnost elektrické instalace, zejména proudové chrániče a přepětové ochrany. Dalšími přístroji jsou ty, co zaručují správnou funkčnost a komfortnost připojených zařízení, jedná se například o stykače, časové spínače, akční členy, instalační relé apod. [2],[5]

Rozváděče lze třídit podle mnoha kritérií, například: vnější konstrukce, místa instalace, krytí rozváděčů, způsobu montáže, druhu krytu a způsobu ochrany osob před úrazem elektrickým proudem. [2]

Na každém rozváděči musí být alespoň jeden štítek s trvalým popisem, který musí zůstat čitelný i po instalaci rozváděče. Štítek musí obsahovat označení výrobce nebo ochrannou známku, typové označení, výrobní číslo nebo jiné identifikační údaje. [2]

6 ELEKTRICKÉ ROZVODY V OBJEKTU

Při navrhování elektrických rozvodů se uplatňuje zásada, že všechny obytné místnosti mají mít alespoň dva různé obvody, které jsou samostatně jištěny. Dvěma různými obvody je myšleno jeden světelný obvod a jeden zásuvkový, přičemž tyto obvody mohou být určeny pro víc jak jednu místnost. [2],[5]

6.1. Světelné obvody

Světelným obvodem je elektrický obvod určený pro pevné připojení svítidel. Na jeden světelný obvod je povoleno připojit jen tolik svítidel, aby jejich celkový jmenovitý proud nepřekročil jmenovitý proud jističího přístroje obvodu. Proti nadproudu je jištěno přírodní vedení ke světelnému zdroji, nikoliv zdroj samotný. Vedení světelného obvodu je jištěno jističi nebo pojistkami se jmenovitým proudem do 25 A. [1],[7],[8]

Podle účelu a velikosti místnosti jsou dány požadavky na minimální počet světelných obvodů, které zde musí být. Přehled požadavků najdeme v tabulce č. 6-1.

Tab. 6-1 Minimální počet světelných obvodů[5],[12]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj do 20 m ²	1	2	3
Obývací pokoj nad 20 m ²	2	3	4
Ložnice do 20 m ²	1	2	3
Ložnice nad 20 m ²	2	3	4
Kuchyně	2	2	2
Koupelna	2	3	3
WC	1	1	2
Domácí dílna, pracovna	1	2	2
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	1	2	3
Sklípek, komora	1	1	1
Terasa	1	1	2
Obytná lodžie, atrium	1	1	2

Světelné obvody jsou zpravidla ovládány spínači. Ty jsou určeny nejen pro spínání osvětlení, ale také pro řízení provozních stavů dalších zařízení a spotřebičů. Spínači jsou myšleny jak klasické elektromechanické vypínače a přepínače, tak složitější elektrická zařízení, obvykle vybavena řídicím elektronickým obvodem. Jejich počet závisí na počtu světelných okruhů a počtu ovládacích míst. [5],[7]

Spínače určené pro spínání osvětlení jsou umísťovány tak, aby byly hned vedle vchodových dveří do místnosti na straně kliky dveří. Běžná montážní výška se pohybuje v rozmezí od 1,2 m do 1,4 m od podlahy. [5],[17]

Vypínače mají dvě krajní polohy: zapnuto – vypnuto. Při osazování kolébkových spínačů dbáme na to, aby se polohy „zapnuto“ dosáhlo stlačením kolébky nahore. Obdobně u páčkového spínače je zapnutí dosaženo pohybem páčky nahoru. Toto pravidlo se netýká křížových a střídavých přepínačů. [5],[8]

6.1.1 Osvětlení společných komunikací

Společnými komunikacemi jsou myšlena: schodiště, chodby, nástupiště výtahů apod. Rozvody v těchto prostorách se provádějí těmito způsoby: [7]

- a) **s jedním obvodem** – svítidla jsou zapojena na jeden obvod,
- b) **se dvěma obvody** – svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možné zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z druhého obvodu,
- c) **se dvěma nebo více obvody** – svítidla jsou zapojena na obvody napájené ze dvou, popř. tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možné zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z ostatních obvodů,
- d) **nouzovým osvětlením**, to doplňuje jeden ze způsobů osvětlení uvedených v odstavcích a), b), c).

Tab. 6-2 Způsob osvětlení podle druhu budovy [7],[13]

Druh budovy	Způsob osvětlení podle odstavce
Mateřské školy a jesle (noční provoz)	b)
Sanatoria, ústavy, lázeňské budovy pro sociální péči, domov důchodců pod.	b)
Nemocnice a ostatní budovy zdravotnických zařízení (viz. ČSN 73 0835)	d)
Budovy se shromažďovacími prostory podle ČSN 73 0831	d)
Všechny druhy budov s výjimkou budov pro bydlení do 16 nadzemních podlaží; chráněné únikové cesty typu B a C	d)

6.2 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody slouží k připojení spotřebičů vidlicí na zásuvky. Pro jednoúčelové spotřebiče pro krátkodobé použití do celkového příkonu 2 000 VA je možné v případě potřeby zřídit pevné připojení na zásuvkové obvody. [5],[7],[8]

Při navrhování obvodů je třeba zohlednit rychlý technický rozvoj. Stále se vyvíjejí nové spotřebiče a zařízení, které jsou určeny pro připojení k elektrické síti. Navíc je nutné navrhovat samostatné obvody pro plánovaná elektrická zařízení s příkonem 2 kW a více, přestože se připojují vidlicí do zásuvky. Proto potřeba silových zásuvek stále roste. [5],[8]

Zásuvky jsou voleny podle napěťové a proudové soustavy. Pokud používáme dvě napěťové soustavy, musí být zásuvky nezáměnné. Každá napěťová soustava musí mít v celém zařízení jednotný typ zásuvek. [5],[7]

Zásuvky se montují ve výšce přibližně 30 cm nad hotovou podlahou. Výjimkou jsou pracovní plochy v kuchyních, pracovnách, domácích dílnách a podobných místnostech, kde se zásuvky montují ve výšce v rozmezí 0,9 m až 1,2 m nad podlahou. [5]

Vedení zásuvkových obvodů je jištěno buď jističem, pojistkami nebo jiným jisticím prvkem se jmenovitým proudem, který odpovídá nejvýše jmenovitému proudu zásuvky. Přičemž vedení musí být takového průřezu, aby bylo chráněno před zkratem i přetížením právě předřazeným jisticím prvkem. [8]

Tab. 6-3 Minimální počty zásuvkových vývodů [5],[14]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj do 20 m ²	1	2	3
Obývací pokoj nad 20 m ²	5	9	11
Ložnice do 12 m ²	3	5	7
Ložnice do 20 m ²	4	7	9
Ložnice nad 20 m ²	5	9	11
Kuchyně	3	7	8
Koupelna	2	4	9
WC	1	2	2
Domácí dílna, pracovna	3	5	7
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	3	7	9
Sklípek, komora	0	2	2
Terasa	1	1	3
Obytná lodžie, atrium	1	1	3

Tab. 6-4 Základní vybavení místností vývody nad 2 kW [5],[15]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj	1		
Ložnice	+) (pouze v případě, že je zřizován obvod klimatizace a vytápění)		
Kuchyně	Elektrický sporák: 1 Chladnička: 1 Myčka nádobí: 1 Ohřívač vody: 1		
Koupelna	Automatická pračka: 1 Ohřívač vody: 1		
Místnost pro domácí práce	Pračka: 1 Sušička: 1 Mandl: 1		

6.2.1 Jednofázové zásuvky

Jednofázové zásuvky jsou připojovány tak, aby při pohledu zepředu byl střední vodič připojen na pravou dutinu a ochranný kolík byl nahoře. Ochranný kolík musí být vždy připojen na ochranný vodič. [7],[8]

Z jednoho zásuvkového obvodu je možné vést maximálně 10 zásuvkových vývodů. Vícenásobné zásuvky jsou považovány za jeden zásuvkový vývod a musí být na stejném zásuvkovém obvodu. Celkový instalovaný příkon jednoho zásuvkového obvodu nesmí překročit 3 520 VA při jistění 16 A, a 2 200 VA při jistění 10 A. [7],[8]

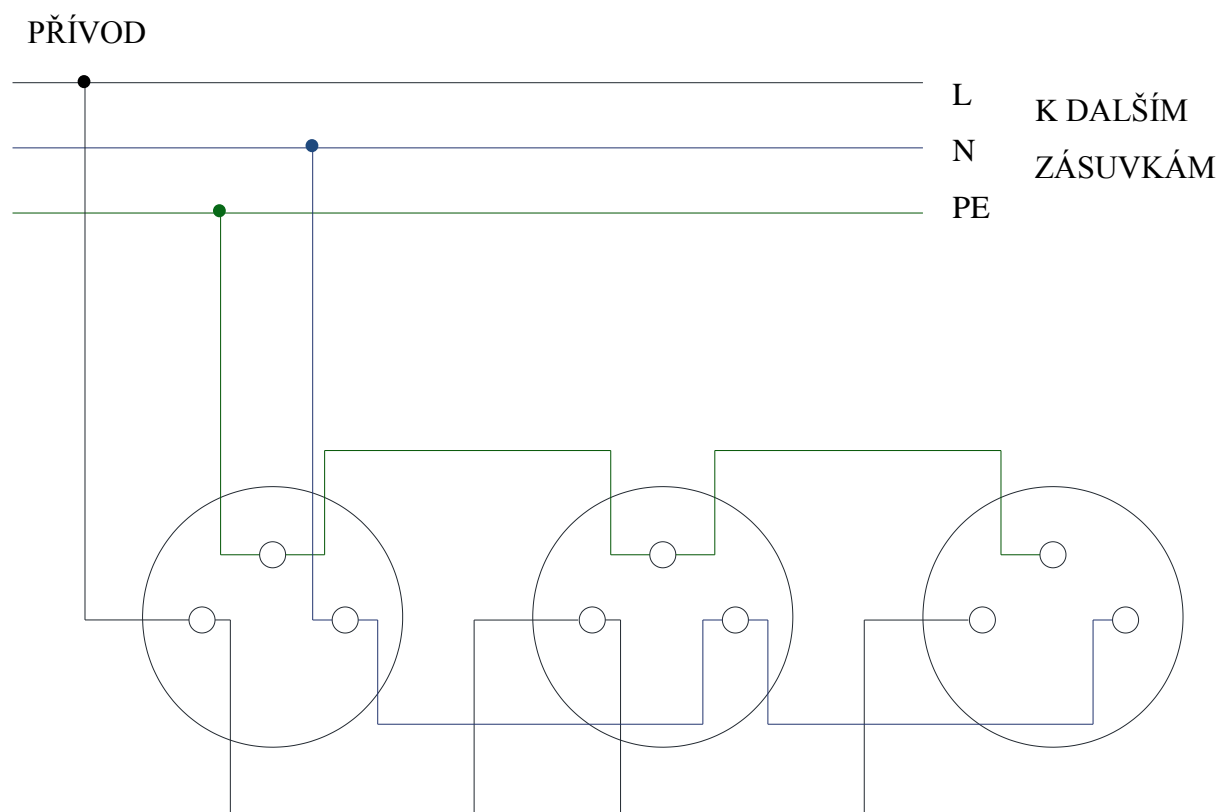
6.2.2 Trojfázové zásuvky

Na jeden trojfázový obvod je možné připojit několik trojfázových zásuvek o stejném jmenovitém proudu. Pokud mají zásuvky různé jmenovité proudy, pak je nelze připojit do stejného obvodu. [1],[7],[8]

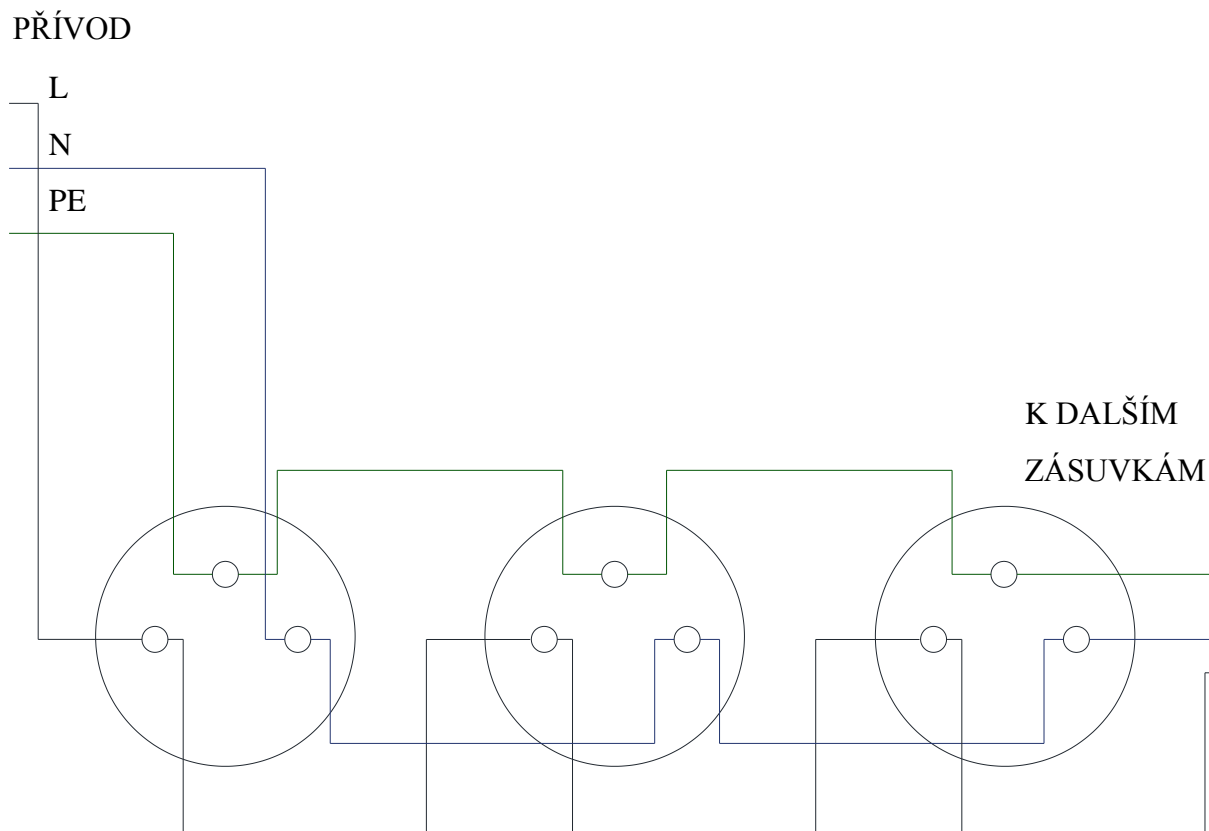
Trojfázové zásuvky se zřizují při plánovaném připojení elektrických spotřebičů s příkonem nad 3 000 W. [8]

6.2.3 Zapojení zásuvek

Zapojení je vhodné provést odbočením z vedení v daném zásuvkovém obvodu ke skupině zásuvek ve společném rámečku a následně je vzájemně propojit. Tento způsob zapojení zásuvek ve vícenásobné kombinaci se provádí kvůli vyšší bezpečnosti a spolehlivosti celého zásuvkového okruhu. Správné a chybné zapojení jsou naznačena na obrázcích níže. [19]



Obr. 6-1 Správné zapojení zásuvek ve vícenásobné kombinaci [19]



Obr. 6-2 Chybné zapojení zásuvek ve vícenásobné kombinaci [19]

6.3 Sdělovací obvody a zařízení

Sdělovací zařízení se dělí na základní a doplňující. Za základní považujeme ta zařízení, kterými je zajišťována základní provozní způsobilost objektu. Vybavení objektu základními sdělovacími zařízeními je dáno počtem nadzemních pater objektu. [7]

Za základní vybavení se považují zvonková signalizace, pevná telefonní síť a systém pro společný příjem televizního a rozhlasového signálu. [7]

Souběh vedení sdělovacích rozvodů s rozvody silnoproudými NN jsou při délce do 100 m bez zvláštních opatření z hlediska ohrožení nebezpečnými vlivy a rušení vedení sdělovacího vedením silnoproudým. Pro bezpečnost platí ČSN 34 2300 a ČSN 33 2000-5-52, ČSN 34 2300 se uplatňuje při volbě vodičů a kabelů pro jednotlivé druhy sdělovacích vedení a způsobu jejich uložení. [7]

6.3.1 Sdělovací zásuvky

Sdělovací zásuvky slouží k přenosu různých signálů o nepatrných energetických úrovních, které připojená sdělovací zařízení dále zpracovávají. [5],[19]

Sdělovací zásuvky se dělí podle účelu na zásuvky telefonní a pro počítačové sítě, anténní zásuvky a sdělovací zásuvky pro další účely. [5]

6.3.2 Zvonková signalizace

Každá budova by měla být vybavena zvonkovým zařízením. Instalace elektrického zvonkového zařízení odpadá, pokud je v objektu instalováno jiné elektrické nebo mechanické signalizační zařízení, které zvonkovou signalizace již obsahuje nebo ji nahrazuje. [7]

6.4 Bezpečnostní systémy

Dalšími rozvody v objektu jsou rozvody zvyšující bezpečnost osob a majetku.

6.4.1 Elektronický zabezpečovací systém

EZS mohou sloužit k informování o neočekávaných situacích nebo o možném narušení soukromí v objektu, včetně vstupu neoprávněných osob. Je možné nastavit automatický přenos informací o nastalém problému k bezpečnostním službám. [5]

EZS se skládají z různých snímačů nebo jejich skupin, volených s ohledem na ohrožení, které mají zachytit. Údaje ze snímačů jsou zpracovávány ve speciální zabezpečovací ústředně, která je středem celého EZS. [5]

Zabezpečovací ústředna vyvolá poplach při aktivaci uživatelem zvolených snímačů. Aktivace a deaktivace jednotlivých snímačů i ovládání celého EZS je možné přes klávesnici s displejem, který zobrazuje vybrané informace o stavu zabezpečení objektu. [5]

6.4.2 Požární signalizace

Riziko požáru nelze zcela vyloučit ani při všech protipožárních opatřeních. Proto se občas realizuje elektronický požární systém (EPS). EPS funguje na obdobném principu jako EZS. Nejjednodušším provedením EPS je snímač kouře s vazbou na relé, ovládající výstražný obvod. To má akustickou a optickou signalizaci, případně může informovat hasiče. [5]

7 PROVEDENÍ INSTALACE V OBJEKTU

Pro provedení instalace v objektu existuje mnoho různých úložných soustav. Způsob provedení instalace je vybírán s ohledem na několik faktorů: druh ukládaného vedení, průřezy vodičů, instalační zóny, typ budovy a jednotlivých místností. [5]

7.1 Zapuštěné elektrické rozvody

O zapuštěný elektrický rozvod se jedná v případě, že jsou vedení skryta ve stavebních konstrukcích. Mluvíme tedy o skryté montáži kabelů a vodičů. Jediná viditelná zařízení, která přecházejí povrch stěn, jsou víčka zapuštěných nebo polozapuštěných odbočných krabic a elektroinstalačních přístrojů. [5],[8]

Zapuštěné rozvody mají řadu nepopíratelných výhod a kladů. Nijak nenarušují estetický vzhled interiéru, jsou chráněny před mechanickým poškozením, mají dlouhou životnost a nároky na údržbu jsou minimální. [5],[8]

Tento způsob ukládání má i několik relativních nevýhod. Je potřeba vytvářet hlubší drážky ve zdivu. Odbočovací a protahovací krabice musí být ve vzdálenosti do 15 m u přímých vedení a do 10 m u vedení s ohybem. Velkou nevýhodou je malá variabilita rozvodu, kdy jej bez zásahu do stavebních konstrukcí není možné rozšířit. [5],[8]

Instalace dělíme podle způsobu ukládání na: [8]

- v omítce
- pod omítkou
- v dutých stěnách
- v betonu
- ve stropech a podlahách

7.1.1 Instalace v omítce

Instalace v omítce jsou provedeny můstkovými nebo plochými vodiči s příslušenstvím pro polozapuštěnou montáž. Používají se převážně u světelných, zásuvkových a jednofázových samostatných obvodů pro spotřebiče. Použití je omezeno průřezy těchto vodičů[6]. [5],[8]

Výhodami tohoto provedení jsou malé požadavky na stavební úpravy, relativně rychlá montáž oproti ostatním způsobům instalace a nižší počet pracovních etap. Přestože rozvody v omítce nejsou variabilní, jejich rozšíření není obtížné. Nevýhodou je, že je potřeba porušit omítku při opravě nebo výměně vedení. Vedení je také zranitelnější než při instalaci pod omítkou. [5],[8]

7.1.2 Instalace pod omítkou

U instalace pod omítkou jsou rozvody ukládány do vyfrézovaných, popřípadě vysekaných drážek a otvorů. Ty jsou následně zakryty vrstvou omítky. Používají se hlavně vedení v tuhých nebo v ohebných trubkách, přičemž pod omítku je možné klást i vodiče a kabely. [8]

Hlavní výhodou vodičů uložených v trubkách je možnost jejich výměny. Velikost trubek lze volit s předpokladem, že v budoucnu dojde k zesílení vodičů. Dále se kladou prázdné trubky, které mohou posloužit k dodatečnému rozšíření rozvodu. [5],[8]

Montáž vyžaduje rozdělení práce do několika kroků. Prvně je potřeba provést vyznačení stavebních úprav. Dalším krokem je kladení trubek (popř. vodičů, kabelů a krabic). Po tom následuje zatahování vodičů do trubek a zapojení rozvodek. Posledním krokem je montáž přístrojů a spotřebičů. [8]

7.1.3 Instalace v dutých stěnách

Duté stěny tvoří nosná konstrukce, která je zvenčí obložena sádkartonem. Do dutých stěn jsou vkládány různé výplně podle zvláštních požadavků z důvodů tepelných, akustických a protipožárních. [8]

Montáž elektrických rozvodů je realizována zároveň s montáží dutých stěn. Jelikož pro umístěvané rozvody musí být dopředu připraveny otvory v nosné konstrukci. [8]

7.1.4 Instalace v betonu

U betonových konstrukcí, které nejsou duté ani se neomítají, je nutné zabudovat elektrické rozvody již při jejich výrobě. Montáž do betonu probíhá již při výrobě prefabrikovaných montovaných dílců a ve stavbách litého betonu s různými typy bednění. V případě litého betonu musí dojít k osazení bednění uloženým elektroinstalačním materiálem ještě před zalitím betonovou směsí. [8]

7.1.5 Instalace ve stropích a v podlahách

Instalace ve stropích a podlahách zasahuje do jejich konstrukcí. Vedení je potřeba chránit tak, aby se nemohlo poškodit a nebylo nebezpečné okolí. Montáž instalace ve stropích a v podlahách je ukládána do omítky, do betonu, do podlahové vyrovnávací vrstvy nebo do dutin ve stropních konstrukcích. [8]

7.2 Povrchové elektrické rozvody

Montáž povrchových elektrických rozvodů má několik zásadních výhod. Je přehledná, probíhá v jediném kroku a požadavky na stavební úpravy jsou minimální. Rozvody lze jednoduše rozšiřovat a jejich opravy i údržba nejsou náročné. [5],[8]

Hlavními negativy je větší zranitelnost rozvodů a případně i rušivý estetický vzhled. Proto se ke kladení na povrch používají elektroinstalační lišty, kabely, kanály a trubky. Než dojde k samotné instalaci, musí být dokončeny všechny povrchové úpravy. [5],[8]

Vedení se instalují: [8]

- v nástěnných a stropních lištách a kanálech
- v podlahových lištách a kanálech
- v parapetních kanálech
- v kanálech s nosníky svítidel
- v trubkách
- kabely

7.2.1 Instalace v nástěnných a stropních lištách a kanálech

Uložením vedení v lištách a kanálech lze dosáhnout lepšího estetického dojmu, než u instalací v trubkách. Montáž této instalace je snadná a rychlá. Rušivé elektromagnetické vlivy lze odstínit použitím kovových nebo pokovených kanálů. [8]

7.2.2 Instalace v podlahových lištách a kanálech

Povrchové lišty slouží primárně jako krytí spár mezi stěnou a podlahou. Další možností jejich využití je právě k uložení vodičů a připojení zásuvek, které mohou být méně než 200 mm nad podlahou. [8]

7.2.3 Instalace v trubkách

Trubky slouží nejen k uložení vedení, ale i k jeho ochraně. Podle velikosti mechanického namáhání se volí materiál, z kterého je trubka vyrobena. Pro lehká namáhání to je to plast, pro střední se používá ohebných trubek KOPEX s kovovým pláštěm a pro těžké jsou voleny ocelové závitové trubky nebo pancéřové trubky z plastu. [8]

7.2.4 Instalace kabely

Instalace provedena kabely na povrchu je používána pro pevné rozvody v budovách zejména tam, kde buď nejsou žádné požadavky na estetický vzhled, nebo ve ztížených podmínkách. Hlavní výhodou tohoto způsobu instalace je kladení kabelů bez narušení stěn a stropů, přehlednost a možnost snadného rozšíření, změn a úprav. [8]

Kabely lze klást několika způsoby: [8]

- přímo na podklad
- visutě na podkladu
- na nosné dráty nebo lana
- do kabelových žlabů
- na kabelové žebříky

7.3 Instalace v koupelnách

Zvláštní požadavky, které se vztahují na instalace v koupelnách a sprchových koutech, vyplívají z ČSN 33 2000-7-701 ed.2. Prostor koupelny je rozdělen na čtyři zóny. Požadavky na klasifikaci zón jsou odvozeny od jejich rozměrů v horizontálních a vertikálních rovinách. [1],[7],[8]

7.3.1 Zóna 0

Zóna 0 je vnitřní prostor koupací nebo sprchové vany. U sprchových kabin podlahových je zóna 0 vymezena do výšky 0,05 m nad podlahou. V případě snímatelné nebo pohyblivé sprchové hlavice jsou vodorovné hranice zóny 0 totožné s vodorovnými hranicemi prostoru pro sprchování. V případě, kdy sprchová hlavice není snímatelná, je zóna 0 vymezena svislou polohou s poloměrem 0,6 m od sprchovací hlavice. [1],[7],[8],[18]

Elektrická zařízení určená pro zónu 0 jsou označena buď grafickou značkou dvou kapek, nebo musí mít stupeň ochrany alespoň IPX7. [1],[7],[8]

7.3.2 Zóna 1

Zóna 1 je prostor přímo nad horní rovinou zóny 0 a je ohraničena vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou. Dále je ohraničena svislou plochou obalující vanu a zahrnuje volně přístupný prostor pod vanou. U nesnímatelné sprchové hlavice je ohraničena svislou polohou od sprchovací hlavice s poloměrem 0,6 m od sprchovací hlavice. [1],[7],[8],[18]

Elektrická zařízení musí mít stupeň ochrany alespoň IPX4 nebo být označeny grafickou značkou kapky v trojúhelníku. Nad nejvyšší úrovní nesnímatelné sprchové hadice může být použit stupeň ochrany IPX2, popř. značení grafickou značkou jednou kapkou. V případě, že se mohou vyskytnout proudy vody určené k čištění v komunálních lázních, pak je stupeň ochrany IPX5 nebo grafická značka dvou trojúhelníků s jednou kapkou uvnitř. [1],[7],[18]

7.3.3 Zóna 2

Zóna 2 je prostor, který se nachází na vnější straně zóny 1. Zóna 2 je ohraničena rovnoběžnou svislou plochou ve vzdálenosti 0,6 m od zóny 1 a sahá do výšky 2,25 m nad podlahu nebo do výšky stropu. Pokud je výška stropu nad 3 m, pak je nad zónou 2 ještě zóna 3. [1],[7],[8],[18]

Elektrická zařízení musí splňovat stejné požadavky jako u zóny 1. [18]

7.3.4 Zóna 3

Zóna 3 je prostor, který se nachází na vnější straně zóny 2. Rovnoběžná svislá plocha je vzdálena 2,4 m vně od zóny 2 a zóna 3 sahá do výšky 2,25 m nad podlahu. V případě výšky stropu vyšší než 2,25 m sahá zóna 3 až do 3 m nad podlahu. Do zóny 3 je zahrnut i prostor pod vanou, který je přístupný pouze s použitím nástrojů. [1],[7],[8],[18]

Elektrická zařízení určená pro zónu 3 nemají předepsané krytí. Pouze v případě, že se mohou vyskytnout proudy vody určené k čištění v komunálních lázních, pak je stupeň ochrany IPX5 nebo grafická značka dvou trojúhelníků s jednou kapkou uvnitř. [1],[7],[8]

7.3.5 Umývací prostor

Umývací prostor je ten, který je ve svislé rovině ohraničen plochou procházející obrysy umyvadla (popř. dřezu) a jsou v něm zahrnut prostory nad a pod umývacím zařízením, přičemž ohraničení tvoří strop a podlaha. [1],[7],[8]

Uvnitř umývacího prostoru nesmí být instalovány žádné zásuvky a spínače. Mohou být umístěny vně, těsně u jeho hranice, pokud jsou alespoň ve výšce 1,2 m nad podlahou. Pokud jsou instalovány níž, než 1,2 m nad podlahou, musí být vzdáleny od hranice umývacího prostoru alespoň 0,2 m. Ve školních učebnách nesmí být zásuvky blíže jak 1,5 m od umývacího prostoru. [1],[7],[18]

7.4 Instalační zóny

Následující zásady jsou platné pro umístování skrytých vedení a pro umístování zásuvek, spínačů a vývodů. Nejsou platná pro povrchově uložené rozvody. Jejich účelem je vymezení instalačních zón, kam mohou být instalována elektrická vedení, aby se předešlo poškozením při následných pracích. Koupelny mají vlastní řadu zásad. [5],[8]

Vodorovné instalační zóny o šířce 300 mm jsou v rozsahu od 150 do 450 mm pod dokončeným stropem nebo nad dokončenou podlahou. Svislé instalační zóny jsou o šířce 200 mm v rozmezí od 100 do 300 mm vedle dveří, oken nebo rohu místnosti. Pro místnosti s pracovní plochou u zdi (kuchyně, domácí dílny apod.) se používá střední vodorovná izolační zóna, která je od 900 do 1 200 mm nad dokončenou podlahou. [5],[8]

7.5 Volba vodičů a jejich jištění

Přívody do bytových rozvodnic bývají provedeny systémem sítě TN-C. Následně je v bytové rozvodnici rozdělen vodič PEN na samostatný vodič PE (ochranný vodič) a N (střední vodič). Z bytové rozvodnice pokračuje systém sítě TN-S. [8],[17]

Volba vodičů a jejich jištění je odvozena od způsobu a místa jejich uložení. Průřezy vodičů jsou voleny podle ČSN 33 2000-5-523 ed.2, ČSN 33 2000-4-43 ed.2 a ČSN 33 2000-4-473. [1],[8]

Tab. 7-1 Průřezy jader vodičů a jejich jištění [7], [17]

Obvod	Jmenovitý proud jističe s charakteristikou B [A]	Průřez jader Cu vodičů vedení [mm ²]	
		Referenční způsob uložení B a C	Referenční způsob uložení A
světelný	10	1,5	1,5
zásobníkový	10	1,5	1,5
pro chladničku nebo mrazničku	10	1,5	1,5
zásuvkový	16	2,5	4
pro pračku	16	2,5	4
pro myčku	16	2,5	4
pro bytové jádro	16	2,5	4
pro sporák do 10 kW	16	2,5	4
pro průtokový ohříváč vody – do 6 kW – do 16 kW	10	1,5	2,5
	25	4	6
kabelem CYKY nebo vodiči CY, CYY	25	6	10
pro akumul. kamna – do 6 kW – do 10 kW	10	1,5	2,5
	16	2,5	4

7.6 Elektroinstalační krabice

Elektroinstalační krabice slouží v rozvodech nízkého napětí k umístění prvků pro propojení kabelů a vodičů, k připevnění zásuvek a ovládacích přístrojů. Za elektroinstalační krabice jsou považovány krabice instalované do svislých stěn nebo na jejich povrch, krabice instalované do podlah a stropů mají jiné charakteristiky a vlastní specifické názvy. [20]

Elektroinstalační krabice lze dělit podle prvků, které do nich mají být umístěny, na[6]: [20]

- krabice rozbočovací – pro umístění svorkovnice
- krabice přístrojová – pro montáž přístrojů (vypínače, zásuvky, atd.)

7.6.1 Uložení a rozměry elektroinstalačních krabic

Podle předpokládaného účelu musí být elektroinstalační krabice uloženy v příslušných výškách od podlahy, např. krabice pro zásuvky ve výšce přibližně 30 cm a krabice pro spínače ve výšce zhruba 120 cm od podlahy. Dohodnutá výška od podlahy by měla být ve všech místnostech jednotná, výjimku obvykle tvoří kuchyňské linky. [19]

Kromě výšky od podlahy je velice důležitá hloubka krabice. Nelze dopředu vyloučit možnost, že bude později umístěn v krabici prostorově náročnější přístroj. Proto se pro případné budoucí změny doporučuje používat elektroinstalační krabice s vestavěnou hloubkou minimálně 40 až 45 mm. [19]

Uložení elektroinstalační krabice je provedeno tak, že krabice svým horním okrajem lícuje s povrchem hotové stěny. V případě, kdy je krabice uložena hlouběji pod povrchem stěny, je upevnění elektroinstalačních přístrojů nespolehlivé, zvláště při upevnění dlouhými šrouby bez zajištění proti stranovým pohybům. U zásuvek je tak možným následkem jejich postupné uvolňování a následné vytržení z krabice. [19],[20]

8 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace představuje soubor informací, které popisují všechny důležité poznatky potřebné k úspěšné, hospodárné a právně platné realizaci díla. Příkladem těchto poznatků jsou uplatňované právní předpisy, způsob provedení díla, vnější vlivy působící na dílo, požadavky investora a popis předpokládaného používání. Projektová dokumentace může být v písemné i výkresové formě, v případě elektroinstalací je jedna její část písemná a druhá část výkresová. [21]

Projektová dokumentace se vypracovává podle zákonů, vyhlášek a norem platných v době jejího vzniku. Jednou z nejvýznamnějších vyhlášek vztahující se na projektovou dokumentaci je vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 Sb. „o dokumentaci staveb“, která udává, že projektová dokumentace musí obsahovat tyto části: [21]

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná technická zpráva
- C. Situační výkresy
- D. Výkresová dokumentace
- E. Dokladová část

Dokumentace musí vždy obsahovat části A až E, přičemž rozsah a obsah jednotlivých částí bude přizpůsoben druhu a významu objektu a podmínkám v území.

Projektovou dokumentací se zabývají pracovníci pro řízení projektování a pracovníci pro samostatné projektování. Tito pracovníci musí mít odborné vzdělání a praxi určené zvláštními předpisy a složenou zkoušku ze znalostí předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a předpisů souvisejících s projektováním. [8]

8.1 Písemná část dokumentace

Písemná dokumentace obsahuje všechny vyžadované údaje vstupující do projektu, zejména požadavky investora, připojovací podmínky distributorů jednotlivých druhů energií a podmínky dotčených účastníků projektu. [21]

Základní písemnou dokumentací je taktéž „Protokol o určení vnějších vlivů“ podepsán všemi účastníky jeho projednání. Výpočtová část dokumentace není přikládána k projektu, ale je vhodné ji uschovat pro případné budoucí využití či obhájení projektu při reklamaci. [21]

8.1.1 Technická zpráva

Obsah technické zprávy je dán elektrickými rozvody, které dokumentujeme. [21]

Technická zpráva pro část silnoproudých rozvodů obsahuje primární technické údaje elektroinstalace, např. napájecí napěťová soustava, způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem, energetickou bilanci, způsob měření spotřeby elektrické energie a předpokládanou roční spotřebu elektrické energie. Dále obsahuje popis technického řešení zásuvkových obvodů, světelných obvodů a technického zařízení budovy. [21]

Technická zpráva pro část slaboproudé rozvody obsahuje popis způsobu technického řešení ve smyslu požadavků na charakter rozvodů, způsob uložení kabelového vedení vzhledem ke stavební konstrukci a druhy navržených zařízení. Součástí je i návrh na komplexní zkoušky a hlavní okruh norem, jež byly v projektu použity. [21]

Pro hromosvod musí být v technické zprávě uvedeno odůvodnění typů bleskosvodů, rozmístění jímací soustavy, připojení na uzemňovací soustavu, popis vybraných materiálů a propojení zemničů. [21]

8.1.2 Rozpočet

Projektant vypracovává rozpočet na základě finančního ocenění dodávek elektrických zařízení, potřebných materiálů, elektromontážních prací, uvedení do provozu a výchozí revize. Jedná se tedy o celkové náklady, jež musí investor vynaložit na pořízení elektrického zařízení, jeho instalaci a uvedení do trvalého provozu. [1]

V současné době slouží rozpočet vypracovaný projektantem často jen jako informativní podklad při rozhodování investora o výběru dodavatele, který na základě projektové dokumentace vypracuje svůj vlastní nabídkový rozpočet. [1]

8.2 Výkresová část dokumentace

Výkresová dokumentace musí být zhotovena s ohledem na řadu norem, které se na ni vztahují. Normy, které je v současnosti potřeba zohledňovat nejsou pouze národní normy, ale také normy mezinárodní. Normy na dokumentaci v České republice jsou udávány především organizací ISO, IEC, ČSN. [9],[10],[21]

Při vytváření výkresové dokumentace pro elektrotechnické projekty jsou zohledňovány především tyto normy: [21]

- ČSN EN 611082 (01 3380) – soubor – Zhotovení dokumentů používaných v elektrotechnice
- ČSN ISO 14617 (01 3630) – soubor – Grafické značky pro schémata
- IEC 60617 DB – Grafické značky pro schémata

Výkresová dokumentace pro silnoproudé rozvody se zakresluje do půdorysů v doporučeném měřítku 1:100 nebo 1:50. Kromě světelných a napájecích rozvodů elektrických strojů a zařízení včetně zásuvkových okruhů musí výkresová část dokumentace obsahovat schémata rozváděčů v jednopólovém provedení, blokové schéma hlavních napájecích rozvodů zpracované přehledně a rozšířené o základní technické údaje o instalovaném a soudobém příkonu pro jednotlivé rozváděče, dimenze vedení a zkratové údaje na jednotlivých rozváděcích. [21]

Výkresová dokumentace pro slaboproudé rozvody se zakresluje do půdorysů v doporučeném měřítku 1:100 nebo 1:50, přičemž obsahuje celková bloková schémata, v nichž je uveden počet a logická poloha jednotlivých koncových prvků. [21]

Do části výkresové dokumentace pojednávající o hromosvodu je nutné uvést schéma připojení jímačů na uzemňovací soustavu, zapojení zemničů, dispoziční výkresy jímačů na střechách a návrh detailů, a také provedení svodů a spojení kovových konstrukcí objektu. [21]

9 POSTUP PŘI TVORBĚ PROJEKTU

Tvorba projektu elektroinstalace začíná, když investor kontaktuje projektanta, popřípadě firmu zabývající se tvorbou projektové dokumentace. Investor předá podklady, v podobě stavebního půdorysu, a sdělí vlastní požadavky kladené na objekt. V momentě, kdy má projektant všechny potřebné podklady, může začít samotná tvorba projektové dokumentace.

Prvně je potřeba se zabývat velikostí celkového instalovaného příkonu, po jehož zjištění si může investor podat žádost o připojení k distribuční síti, a projektant určit proudovou hodnotu hlavního jističe.

Celkový instalovaný příkon se určí jako součet všech příkonů v objektu. Vzhledem k tomu, že nikdy nebudou všechny spotřebiče v provozu současně, násobí se celkový instalovaný příkon koeficientem soudobosti β , tím získáváme tzv. celkový soudobý příkon P_S .

$$P_S = \sum P_i \cdot \beta \quad [W; W, -] \quad (9.1)$$

Následně se pomocí celkového soudobého příkonu vypočte proud podle vzorce 9.2:

$$I = \frac{P_S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} \quad [A; W, V, -] \quad (9.2)$$

Podle vypočteného proudu se vybere jistič s nejbližší vyšší hodnotou.

Následuje tvorba výkresové části dokumentace, kdy jsou jednotlivé instalace postupně zakreslovány do půdorysu od klienta. Vhodná je průběžná konzultace s investorem. Případně lze vytvořit několik návrhů a nechat klienta zvolit, který nejvíce odpovídá jeho představám. Dalším bodem je navržení a vytvoření výkresu hlavního rozváděče a elektroměrového rozváděče.

Dále je navržena ochrana před bleskem a přepětím. Je potřeba stanovit prioritní hlediska, podle nichž bude ochrana navrhována, zda z pohledu ceny, jednoduchosti montáže a estetického řešení, nebo z hlediska bezpečnosti obyvatel a ochrany před hmotnými škodami. První by měl být proveden výpočet analýzy rizika škod, přičemž výsledek nesmí překročit míru tolerovaného rizika udávanou v ČSN EN 62305-2. Následně uvedeme zvolenou jímací soustavu a soustavu svodů, v případě, že výsledek analýzy nebude „Ochrana před bleskem není nutná.“. Dále zvolenou uzemňovací soustavu a pospojování proti blesku. [23]

Nakonec je vytvořena technická zpráva a sestaven rozpočet. Veškerá vytvořená projektová dokumentace musí být provedena podle zákonů, vyhlášek a elektrotechnických norem, které se na ni vztahují a jsou platné v době jejího vzniku.

10 ZÁVĚR

Cílem semestrální práce bylo seznámit se s problematikou silových a datových instalací, definovat zásady pro tvorbu projektové dokumentace elektro a vypracovat projekt elektroinstalace mateřské školky.

První část této bakalářské práce uvádí nejdůležitější zákony, normy a předpisy, jež musí být zohledněny při tvorbě elektroinstalace objektu, v našem případě mateřské školky. Dále byla objasněna ochrana proti blesku a přepětí, s bližším pohledem na jednotlivé způsoby navrhování vnější ochrany před bleskem a prvky vnitřní ochrany před bleskem. Další kapitola byla věnována přivedení elektrické energie do objektu, zahrnuje tedy jak metody provedení přípojek a přípojkových skříní, tak popis odboček k elektroměrům, elektroměrů a podružných rozvodnic. Následujícím bodem práce byli elektrické rozvody v objektu, požadavky na ně kladené a jejich jištění. Další kapitola cílí na způsoby provedení montáže a uložení elektrických rozvodů, instalační zóny a volbu vodičů.

Druhá část práce se zaměřuje na zásady projektové dokumentace a postup při zpracování samotného projektu. Jsou zde uvedeny normy, pravidla a postupy, jež je vhodné dodržovat při tvorbě projektové dokumentace.

Poslední část byla praktická, a jednalo se o vypracování projektu elektroinstalace pro mateřskou školu. Prvně byla navržena silnoprúdová elektroinstalace a zakreslena do zadaného půdorysu (příloha B). Následně byl proveden výpočet hlavního rozváděče a zakresleno jeho schéma (příloha D), stejně jako schéma elektroměrového rozváděče (příloha C). Dále byly vypracovány technická zpráva (příloha E), technické specifikace (příloha F) a nakonec byl stanoven i přibližný rozpočet (příloha G).

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ EŽS. *Předpisy pro činnost v elektrotechnice díl I.* 2.vydání, Brno: Zdeněk Maslo, 2005, 296 s. ISBN 80-239-5775-9
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ EŽS. *Předpisy pro činnost v elektrotechnice díl II.* 1.vydání, Brno: Zdeněk Maslo, 2004, 296 s. ISBN 80-239-2338-2
- [3] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. *Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení*, Praha, 2006, 757 s. ISBN 80-7283-224-7
- [4] BURANT, J. *Blesk a přepětí systémové řešení ochran*, Praha: FCC Public, 2006, 256 s., ISSN 80-86534-10-3
- [5] KUNC, J. *Elektroinstalace krok za krokem*, Praha: Grada Publishing, 2005, 136 s. ISBN 80-247-0559-1
- [6] KUNC, J. *Rekonstrukce elektroinstalace*, Praha: Grada Publishing, 2013, 102 s. ISBN 978-80-247-4789-7G
- [7] DVOŘÁČEK, K. *Elektrické instalace v bytové a občasně výstavbě* 4. doplněné vydání, Praha: IN-EL, 2004, 188 s. ISBN 80-86230-36-8
- [8] DVOŘÁČEK, K. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 3., aktualiz.vyd, Praha: ERA, 2004, 151 s. ISBN 80-86517-53-5
- [9] TOMAN, J. *TECHNICKÉ KRESLENÍ PODLE ČSN A MEZINÁRODNÍCH NOREM II.: pravidla tvorby výkresů ve stavebnictví*, Praha: Montanex, 1995, 484 s. ISBN 80-85780-27-5 G
- [10] VESELOVSKÝ, Ján. *Technické kreslenie: Tvorba technickej dokumentácie v elektrotechnike*. Praha: SNTL, 1986, 327 s., T1414 G
- [11] *Odborné časopisy: LPS podle nového souboru norem ČSN EN 62305 (část 2)* [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/lps-podle-noveho-souboru-norem-csn-en-62305-cast-2--12757>
- [12] *Odborné časopisy: Nový přístup k venkovní ochraně před bleskem podle ČSN EN 62305-3* [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/novy-pristup-k-venkovni-ochrane-pred-bleskem-podle-csn-en-62305-3--11673G>
- [13] *Odborné časopisy: Co nového v oblasti měření energií* [online]. [cit. 2016-11-11]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/co-noveho-v-oblasti-mereni-energie--10793G>
- [14] *Odborné časopisy: Nové evropské normy v oblasti ochrany před bleskem (5. část)*[online]. [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/nove-evropske-normy-v-oblasti-ochrany-pred-bleskem-5-cast--13620>
- [15] MACHÁČEK, Václav. *Elektrické přípojky z vedení distribuční soustavy a připojování konečných zákazníků*. Praha: IN-EL, 2005. Elektro (IN-EL). ISBN 80-862-3039-2.
- [16] HONYS, Václav. *Revize elektrických zařízení do 1 000 V v prostorech bez nebezpečí výbuchu*. 2., upr. vyd. Praha: IN-EL, 2001. Knižnice Elektro. ISBN 80-862-3022-8.
- [17] DVOŘÁČEK, Karel. *Rekonstrukce elektroinstalace*. 2. vyd. Brno: ERA, 2004. Stavíme. ISBN 80-86517-77-2.

-
- [18] DVOŘÁČEK, Karel. *Speciální elektroinstalace*. Brno: ERA, 2005. Stavíme. ISBN 80-736-6018-0.
- [19] KUNC, Josef. *Komfortní a úsporná elektroinstalace*. 2. vyd. Brno: ERA, 2003. Stavíme. ISBN 80-865-1773-X.
- [20] DVOŘÁČEK, Karel. *Úložné a upevňovací systémy pro montáž elektrických zařízení a instalací*. Praha: IN-EL, 2007. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-43-6.
- [21] DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2.přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-53-5.
- [22] EL-SOFT: Návrh hromosvodu. KLIMŠA, David. *Elektrika* [online]. 2007 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/el-soft-hromosvody-aneb-me-cesty-v-kruzich-cast-2-navrh-hromosvodu/view>
- [23] Dehn: Ochrana před bleskem pro rodinné domy v souladu s právními předpisy ČR. KUTÁČ, Jiří. [online]. 2011 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://www.dehn.cz/pdf/publications/pub2011/ELI_rod.pdf

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A – Seznam dokumentace

PŘÍLOHA B – Silnoprúdá elektroinstalace

PŘÍLOHA C – Elektroměrový rozváděč RE

PŘÍLOHA D – Hlavní rozváděč RH

PŘÍLOHA E – Technická zpráva

PŘÍLOHA F – Technická specifikace

PŘÍLOHA G – Rozpočet

CD